

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Repositorio Institucional del ITESO

rei.iteso.mx

Departamento de Psicología, Educación y Salud

DPES - Tesis Doctorado Interinstitucional en Educación

2014-07-03

Aprendizaje y tecnología. Transferencia y adopción de biodigestores: el caso de las comunidades de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato

Uribe-Morfín, Paulina

Uribe-Morfín, P. (2014). Aprendizaje y tecnología. Transferencia y adopción de biodigestores: el caso de las comunidades de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato. Tesis doctoral, Doctorado Interinstitucional en Educación. León, Guanajuato: Universidad Iberoamericana León.

Enlace directo al documento: <http://hdl.handle.net/11117/1427>

Este documento obtenido del Repositorio Institucional del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente se pone a disposición general bajo los términos y condiciones de la siguiente licencia:
<http://quijote.biblio.iteso.mx/licencias/CC-BY-NC-2.5-MX.pdf>

(El documento empieza en la siguiente página)

Universidad Iberoamericana
Doctorado Interinstitucional en Educación



Aprendizaje y tecnología
Transferencia y adopción de biodigestores: el caso de las
comunidades de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato.

Tesis que para obtener el grado de Doctor en Educación

P R E S E N T A:

Paulina Uribe Morfín

Directora de tesis:

Dra. Adriana Martínez Martínez

León, Guanajuato,

Junio de 2014

A la memoria de mi padre

Agradecimientos

Red Temática Complejidad, Ciencia y Sociedad, CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Universidad Iberoamericana León

Doctorado Interinstitucional en Educación

Departamento de Educación, UIA-León

Biblioteca de la Universidad Iberoamericana León

Cuerpos de Conservación de la Sierra de Pénjamo

Universidad de Guanajuato. División de Ciencias de la Vida

Agradecimientos especiales:

A mis maestros, los lectores de la tesis y en especial a Adriana Martínez por hacerse cargo de mi tutoría y *todo* lo que eso implicó (doblemente gracias por eso).

A mi madre, mis hermanos, cuñados y sobrinos, porque los quiero siempre.

A mi familia política porque me saben querer (con y sin tesis).

A mis amigas, porque me quieren a pesar de mi tesis.

A Alexander porque es mi compañero de vida y por nuestros tres amados hijos Darío, Julián y Amalia que armaron un equipo para sobrellevar esta tesis.

INDICE

Introducción.....	1
Delimitación del estudio.....	3
Capítulo I. EL APRENDIZAJE: ENTRE LO COGNITIVO Y LO SOCIAL.....	8
El aprendizaje y sus filiaciones psicológicas.....	10
El aprendizaje como práctica social.....	18
Aprender a hacer con ecotecnologías.....	24
Capítulo II. EL <i>TERRENO</i> DE LA PARTICIPACIÓN.....	30
Contexto general: escenario del proyecto de transferencia de ecotecnologías y contexto de la Sierra de Pénjamo.....	32
El terreno de la participación: las familias y las ecotecnologías.....	36
Diseño del estudio de caso: un estudio microetnográfico.....	45
Capítulo III. EL <i>ENTORNO</i> DE LA PRÁCTICA SOCIAL.....	56
¿Cuál es la tarea? El sistema de energía que da valor al biodigestor.....	57
Fuerzas positivas y limitaciones en la implementación del biodigestor.....	65
Conclusiones.....	84
Bibliografía.....	92
Anexos.....	104
Anexo 1.Formato de encuesta de uso, adaptación y permanencia de biodigestores.....	105
Anexo 2. Uso del biogás en Guanajuato. Un proyecto a cargo de la Universidad de Gto.....	109
Anexo 3. Tecnología del biogás en el mundo y en México.....	115
Anexo 4. Calendario del trabajo de campo.....	139

INTRODUCCIÓN

Entender la relación que cada individuo establece con la tecnología es también entender el papel que juega en la transformación de su entorno. La tecnología ha sido concebida como una herramienta con la que transformamos el mundo, como ciencia aplicada, como un producto cultural o como el brazo articulado del sistema social (Ángel Maya, 1997). Es una tarea simplista tratar de mirar a la tecnología por sí misma o aislada del sistema social en el que se produce o al sistema al que se incorpora. Tampoco podemos hacer una reflexión de la tecnología sin pensar en quién o quienes la usan y cómo la usan. Así que para comprender la tecnología debemos comprender la situación social completa, no solo la herramienta, o las personas, o el contexto, sino todos en conjunto. Las teorías del cambio socio-tecnológico han entendido bien esta complejidad y además reconocen el valor económico y social de la tecnología, sus grandes apuestas van en la dirección de la innovación, el desarrollo, la transferencia de tecnologías y la apropiación social del conocimiento hacia diferentes niveles socioeconómicos y productivos (Vessuri, 2002; Suárez, 2007; Martínez, 2006).

El concepto de *innovación social* se emplea para situaciones que ofrecen soluciones creativas a diversos problemas sociales entre los que destaca la transferencia de tecnología. Por lo general en las estrategias de transferencia de tecnología se asume que la velocidad de adoptar nuevas técnicas o procesos productivos es esencial para el crecimiento económico, el desarrollo o la innovación de una sociedad. Desde ese paradigma, se considera que la transferencia de tecnología es una manera de *transferir conocimiento e información* que genera un cambio social. Desafortunadamente el concepto de *transferencia* es unilateral y se asume cierta uniformidad en el conocimiento (Lave, 1996), con lo que se imita un modelo psicológico cognitivo que entiende al conocimiento -y sin duda al aprendizaje- desde una visión jerárquica en la que éste se distribuye del “que sabe” al que “no sabe”, y al aprendizaje, es visto como un fin en sí mismo y no un proceso social complejo. Las teorías psicológicas que entienden el aprendizaje de ese modo, se interesan en comprenderlo desde su dimensión biológica-evolutiva y lo entienden como un proceso de adaptación o transformación de la realidad que está fuertemente ligado a las condiciones internas del “aprendiz”.

Por otra parte encontramos que los aportes de las teorías constructivistas han cambiado algunas de las posturas psicológicas del aprendizaje (así como el “rol del aprendiz”) por enfoques con mayor énfasis en las condiciones externas y en los procesos de aprendizaje como formas de representar la realidad. Aunque en esas nociones se sigue pensando el aprendizaje como una representación mental, buscan cambiar la relación desigual de “maestro-aprendiz” por la de “actores sociales”. Por su parte, los enfoques socioculturales del aprendizaje sugieren que miremos el aprendizaje como un proceso global y “situado” en el que la persona, la actividad y la situación configuran una práctica social (Lave, 1991). De modo que si queremos comprender los procesos de transferencia de tecnología y cambio social desde una visión compleja, debemos reconocer la importancia de poner en el centro el aprendizaje práctico o el “aprender haciendo” como un proceso de comprensión y de participación en una actividad social concreta; ya que el aprendizaje es inherente a la actividad social (Chaiklin y Lave, 1996).

Dentro de este enfoque, que va más allá de los procesos individuales metacognitivos del aprendizaje, diversos autores señalan y muestran cómo se aprende colectivamente en un sistema social de actividad (Lave, 1991). Nuestra postura, como bien lo señalan las teorías socioculturales del aprendizaje, es que existe una compleja interdependencia entre el conocimiento y la acción, que puede ser comprendida como un sistema de actividad que integra parámetros sociales, acciones y operaciones (Wenger, 2001). La relevancia de la acción radica en que cuándo ésta nos pone en contacto con las cosas, objetos, herramientas o tecnologías de algún modo “modifica y enriquece las organizaciones previas del conocimiento” (Keller y Keller, 1996, pág. 142). Desde este escenario se desprenden las posturas que señalan que aprender y hacer son acciones inseparables; el aprendizaje es una práctica cotidiana situada o de contexto, en la que los actores, no sólo participan en un proceso de cambio o transformación sino que ese proceso social se sustenta en la negociación de significado, configuración de la identidad y sentido de afiliación que pueden identificarse como *comunidades de práctica* (Wenger, 2001). En este enfoque al hablar de aprendizaje estamos asumiendo que es un “proceso multidimensional de apropiación cultural, ya que se trata de una experiencia que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción” (Díaz Barriga, 2003, pág. 4).

Si aceptamos que la adquisición de conocimientos y aprendizajes son procesos permanentes, entonces tenemos que reconocer la relevancia de los contextos cotidianos de aprendizaje, así como el valor de la experiencia y la confianza (Rogoff, 1993), las habilidades blandas (*soft skills*) (Nonaka y Takeuchi, 1998), los conocimientos tácitos y explícitos (Polanyi en Smith, 2003) o las capacidades sociales (*social skills*) (Wenger, 2001), entre otros. Sin dejar de reconocer que la noción de aprendizaje es compleja, nos parece necesario acotar ciertos aspectos en los que debemos reconocer que el aprendizaje implica la construcción de nuevas conexiones neuronales en el cerebro, así como la adaptación a nuevas condiciones (Cross, 2003 en Cobo y Moravec, 2011).

Lo que nos proponemos en este trabajo de investigación no es discutir sobre *qué* es aprender, sino *cómo* se aprende y en particular, cómo aprenden los actores-campesinos de Pénjamo al implementar (en el sentido más amplio del término) los biodigestores en su vida cotidiana. Asumimos que en este proceso los actores-campesinos tienen un repertorio de prácticas o actividades en función de ese objetivo, y como bien señala el enfoque de la actividad de Wenger (2001) ese repertorio puede ser compartido y dinámico, de modo que los participantes no actúan aisladamente, sino que de manera directa o indirecta conforman una comunidad de práctica o de aprendizaje, también entendidos como nodos sociales de aprendizaje informal (Wenger, 2001) o en contextos o situaciones cotidianas (Lave, 1991).

Delimitación del estudio

En nuestro estudio de investigación la práctica social de los campesinos de la Sierra de Pénjamo es entendida como una comunidad de práctica en la que el aprendizaje es considerado como una actividad dirigida a la plena incorporación de las ecotecnologías (aprender haciendo), en especial de los biodigestores, con el fin de mitigar o adaptar las necesidades de la unidad doméstica a las críticas condiciones económico-ambientales de la región.

El caso que nos interesa, se trata de un grupo de familias que participaron en un proyecto de transferencia de ecotecnologías para la gestión de recursos relacionados con la energía, la alimentación y la salud en la Sierra de Pénjamo Guanajuato, implementando

ecotecnologías como los biodigestores (biogás), estufas sin humo (estufas Lorena o Patsari), baños secos (baños ecológicos) y cultivos biointensivos (huertos familiares) para mejorar sus condiciones de vida. Ninguna de las ecotecnologías fueron producidas por los campesinos de la Sierra de Pénjamo, sino que formaban parte de un proyecto de transferencia de tecnología encabezado por la Asociación Civil Cuerpos de Conservación de la Sierra de Pénjamo (AC CCSP) quién a su vez obtuvo un recurso de SEDESOL-INDESOL Guanajuato durante las convocatorias 2010-2012.¹ Aunque en la ejecución general del proyecto, hay diversos actores involucrados y diferentes ecotecnologías transferidas, nosotros nos centraremos solamente en las personas que compran biodigestores a la AC CCSP², en la Sierra de Pénjamo y en las prácticas cotidianas que llevan a cabo para incorporarlos exitosamente a sus viviendas y sus estilos de vida.

Colocando en el centro de nuestro interés el tema del aprendizaje y tomando en cuenta el enfoque sociocultural del aprendizaje para comprender mejor las implicaciones y alcances de un proyecto de transferencia de ecotecnologías en la Sierra de Pénjamo, Guanajuato nos propusimos como objetivo de investigación **conocer las actividades de diversos actores de la Sierra de Pénjamo y describir como éstas configuran la comunidad de práctica en la implementación de biodigestores, así como su relación con el éxito o fracaso.**

Mirar el aprendizaje de este modo requiere pensar en la actividad práctica como un sistema y para analizar cualquier sistema, es necesario circunscribirlo dentro de límites y fronteras, identificar sus componentes e individuar todo aquello que de algún modo tiene relación con él y condiciona su funcionamiento (FAO, 2005). En el análisis de un sistema se combinan sus aspectos estructurales y funcionales así como las relaciones entre ellos. En nuestro estudio el aprendizaje es entendido como un todo con la acción, el objeto y el contexto

¹ Existen evidencias de que en el estado de Guanajuato se promueven estas iniciativas. El Consejo de Ciencia y Tecnología del estado (CONCYTEG) mantiene una política pública de tecnología y desarrollo, con el programa de *Redes de Innovación Tecnológica-CONCYTEG*. Algunos de los actores relacionados con el proyecto de la Sierra de Pénjamo, pertenecieron en algún momento a la desaparecida *Red de Energías Renovables* que formaba parte del programa. Algunos documentos relacionados esa red, todavía pueden consultarse en:

<http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario/publicaciones/gaceta.pdf>

Así como en el informe de actividades de CONCYTEG 2009:

http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/InformeActividades/INFORME_DE_ACTIVIDADES_2009.pdf

² En el mercado local y nacional, existe una diversidad de modelos de biodigestor, pero debido a los vínculos promovidos por las *Redes de Innovación Tecnológica- CONCYTEG* los miembros de la AC CCSP decidieron implementar los biodigestores producto de la investigación y desarrollo de la Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías (ICA).

y para conocer y describir la naturaleza del mismo elaboramos las siguientes preguntas de investigación: **¿Cómo los actores/campesinos elaboran el repertorio de actividades/participación en la práctica de uso de los biodigestores? y ¿Cómo se debe entender ese repertorio en el éxito o el fracaso de los biodigestores?**

Nuestro objeto de investigación se plantea desde la suposición de que la tecnología es una herramienta con la que transformamos el mundo. En la teoría social del aprendizaje se considera que al tener una herramienta para realizar una actividad o participar en una práctica ese instrumento modifica la naturaleza de esa actividad. Lo cual entendemos como que los actores de la sierra de Pénjamo adecuan sus prácticas para hacer uso de los biodigestores y al mismo tiempo ajustan sus espacios y redefinen las actividades cotidianas en función de esa tecnología. Consideramos que en el proyecto de la Sierra de Pénjamo el aprendizaje no se reduce a una simple transmisión de tecnología y conocimiento de quienes “saben” a quienes “no saben” sino que hay un contexto social complejo y dinámico en el que las ecotecnologías, en particular los biodigestores, son usados, apropiados o abandonados, así como una serie de recursos sociales, económicos o materiales que los actores de Pénjamo utilizan para aprender lo que se necesita aprender: **descifrar la práctica e incorporar un repertorio de acciones o participaciones a disposición de la mejor adaptación y funcionamiento de los biodigestores**. Lo que nos interesa estudiar es *como* aprenden y no *qué* aprenden, es por eso que nuestra **unidad de análisis es la acción recíproca (con otros), práctica (actividades) y transformada por el objeto (biodigestor)**.

Reconocemos que, como todos los investigadores, estamos envueltos entre filiaciones teóricas, epistemológicas y metodológicas que es necesario explicitar. Este proyecto se realizó bajo el paradigma cualitativo de investigación que reconoce las posibilidades de representación que un sistema delimitado como el estudio de caso tiene dentro de la metodología cualitativa. Diseñamos un **estudio de caso microetnográfico** con la intención de destacar como actúan 16 actores (9 familias) participantes que implementan algunos con mayor éxito que otros los biodigestores en sus viviendas. Como toda herramienta de investigación cualitativa sabemos que durante el trabajo de campo es posible “recuperar” la lógica de las acciones por medio de las narraciones del quehacer cotidiano, entrevistas formales e informales, así como en la observación y participación directa en las instalaciones y

seguimientos, así como por medio de memorias fotográficas descriptivas (o documentación fotográfica).

Una parte importante de este documento se gestó antes del diseño del estudio de caso microetnográfico. Sobre todo, lo que tiene que ver con el marco teórico o referencial del problema de investigación. Es por eso que en el primer capítulo de este documento empezaremos con un recorrido entre algunas de las teorías psicológicas que explican la noción de aprendizaje desde la dimensión cognitivo-mental. Más adelante revisaremos las propuestas de las corrientes teóricas que han explicado el aprendizaje desde referencias cognitivo-sociales, entre ellas la teoría de la actividad, la teoría sociocultural del aprendizaje o la antropología cognitiva. Nuestro objeto de estudio está pensado desde esas corrientes socio-cognitivas porque nos proponen comprender el aprendizaje como una práctica social o actividad situada, pero también tenemos en cuenta algunos aportes teóricos de los estudios sobre transferencia de tecnología e innovación industrial que explican el cambio tecnológico desde visiones complementarias a la nuestra.

Otra parte importante del proceso de investigación se compone de la planeación y el trabajo de campo y una más, del manejo de los datos y la presentación por escrito. Cada una de estas partes, requieren de diferentes capacidades y habilidades del investigador, así como de diferentes tiempos y procedimientos y es así como estructuramos el capítulo dos y tres de este documento. Debido a que la participación de los actores de la Sierra de Pénjamo es vista como un sistema de actividad y, como todo sistema podemos diferenciar un *terreno de la práctica* o contexto de la actividad y, por otra parte, buscamos comprender cuál es el *entorno de la práctica*, que es el resultado de la participación y el sentido que esa actividad tiene en un sistema de actividad concreto (Lave, 1991).

En el segundo capítulo nos centramos en la descripción del *terreno* de la práctica, es decir, el contexto del proyecto general que encabeza la AC CCSP y que fue el escenario global en el que realizamos el trabajo de campo. Describir y presentar ese escenario general de manera formal para este documento fue, en gran medida, el detonante del diseño de estudio de caso microetnográfico. El otro motivo, fue poner a la luz de la teoría los datos del trabajo de campo. El diseño, es el resultado de un corte cualitativo del *terreno* de la práctica de los actores de la Sierra de Pénjamo y consistió la selección de un grupo de actores y sus prácticas

para delimitar las fases de la participación y el repertorio de pautas en la implementación de los biodigestores.

En el tercer capítulo hacemos un análisis de las acciones relevantes del estudio de caso diseñado para esta investigación con el fin de comprender y describir el *entorno* o sentido de la práctica. El conjunto de acciones, modificadas por un objeto (biodigestor) que siguen un fin (adaptación, mejora, etc.) son entendidas como el entorno de la actividad y fue a través del análisis de éstas que comprendimos mejor el sentido de la tarea de los actores de la Sierra de Pénjamo, así como las fuerzas positivas y las limitaciones en la implementación del biodigestor, entre ellas, la experimentación, el ensayo y error, el pensamiento prospectivo y el uso intencionado del biodigestor. Este capítulo está documentado con fragmentos de entrevistas o conversaciones, memorias fotográficas y de nuestras observaciones de campo. Como se verá, nos interesamos en comprender y describir el esfuerzo y la predisposición individual así como el contexto sociocultural del aprender haciendo de este caso particular de estudio. En este capítulo nuestra finalidad no es analizar historias de vida, ni el papel de ciertos sujetos en el proceso de aprendizaje sino comprender esos procesos o pautas de aprendizaje dentro de un entorno particular de escasez de recursos naturales y económicos en el que el biodigestor representa un nuevo escenario o un cambio.

El propósito del cuarto capítulo es recuperar los elementos relevantes del análisis del *terreno* de la participación y el *entorno* de la práctica social para responder a nuestras preguntas de investigación y reflexionar sobre el aprendizaje como un fenómeno situado multidimensional entre la acción, el pensamiento y la tecnología. El aprendizaje es el resultado de la exploración activa en la implementación de una herramienta (objeto/tecnología) que les plantea problemáticas concretas que modifican sus acciones y sus pensamientos. Sus actividades están centradas en ajustar el biodigestor e integrarlo en su vida cotidiana con mayor o menor éxito y aunque sabemos que la experimentación es esencial al aprender a hacer, nuestro estudio revela que esa experimentación no es azarosa sino que busca integrar a una tecnología nueva, como el biodigestor, a un sistema ya activo en la unidad doméstica; de modo que el cambio se gradual. El análisis nos plantea también nuevas preguntas y líneas de investigación que discutimos en ese capítulo.

CAPITULO I

EL APRENDIZAJE: ENTRE LO COGNITIVO Y LO SOCIAL

La noción de aprendizaje es compleja, es un concepto multidimensional en el que muchas disciplinas convergen y un término como éste se construye y modifica a lo largo del tiempo. La finalidad de este capítulo no es una revisión exhaustiva de la noción de aprendizaje y sus transformaciones, más bien lo que nos propusimos fue elaborar una superficie teórica lo suficientemente compleja para delimitar ese término en nuestra investigación teórica y de campo y retomar principalmente los aportes del paradigma socio-cultural-cognitivo en el que destacan la teoría de la actividad, la teoría social del aprendizaje y la antropología social de la cognición para identificar los asuntos dignos de señalar en nuestro análisis sobre el aprendizaje y la tecnología o mejor dicho, sobre la participación social configurada en función de las ecotecnologías.

En la primera parte de este capítulo exponemos el camino obligado por el que la noción de aprendizaje nos hizo andar debido a que no es posible comprender una noción como ésta, sin conocer el trayecto por el que ha transitado. No se trata de negar o rechazar teorías o paradigmas previos, sino de conocer dichas filiaciones teóricas para comprender mejor la complejidad desde la que ahora se plantea el debate del aprendizaje y el conocimiento. La producción teórica para entender conceptos como el aprendizaje o la construcción de conocimientos es muy amplia y es importante señalar que reconocemos que existen dos aspectos generales del tema: la generación de teoría sobre las formas de aprender y conocer y el “uso” práctico de esas teorías. Para nuestro interés de investigación nos interesan las teorías que explican cómo se construye el aprendizaje y el conocimiento en los individuos y dejamos de lado la investigación que sugiere como “aplicar” esas teorías en la práctica educativa.

Sabemos que las preguntas sobre cómo construimos el conocimiento y cómo aprendemos no son nuevas y cada perspectiva teórica ha dado respuestas a ellas desde los contextos socio-históricos que las han acompañado. En la primera parte de este capítulo damos un espacio importante a reconstruir ese trayecto. Por ejemplo teorías como el empirismo, tratan de explicar la construcción del conocimiento como una función innata, o las posturas racionalistas sugieren que el aprendizaje y el conocimiento son funciones socioculturales. Por

otra parte revisamos también las discusiones sobre los modelos de aprendizaje como procesamiento de información que se ven confrontadas con las formas de aprendizaje constructivo o constructivismo. También señalamos cómo es que la corriente constructivista transformó la noción de aprendizaje por la de construcción de conocimientos y la teoría social del aprendizaje y de la actividad trajeron otra diversidad de aportes a la discusión ya que aseguran que conocer y aprender es cuestión de participar en una actividad o en una práctica social concreta, con lo cual no solo se adquieren conocimientos, sino filiaciones e identidad (Chaiklin y Lave, 1996; Smith, 2003, 2009). Estas últimas corrientes teóricas son las que más tarde guiarán nuestro análisis y conformarán la segunda parte de este capítulo.

En la revisión teórica de la primera parte del capítulo no pudimos dejar sin mención los aportes de la perspectiva latinoamericana al tema del aprendizaje y la construcción de conocimientos porque es una visión que arroja luces sobre la manera en la que los constructivistas ya entienden la construcción del conocimiento y sus aportes llevan a la reflexión político-cultural desde la que debemos entender el aprendizaje y el conocimiento en contextos marginales, de opresión o de pobreza donde el saber tiene un sentido emancipador o liberador y un componente ético que no debemos obviar (Freire, 1973a).

En la segunda parte de este capítulo nos concentraremos en exponer nuestra posición teórica en relación al tema del aprendizaje y en particular del aprendizaje con ecotecnologías mejor comprendido como una práctica social configurada en función de las ecotecnologías. Nuestra postura teórica está principalmente relacionada con el paradigma socio-cultural-cognitivo fuertemente representado en la tradición social del aprendizaje, la teoría de la actividad y la antropología social del aprendizaje. Aunque a estas corrientes se les ha criticado por su intento de negar a la mente como productora de conocimiento en favor del ambiente situacional (Pozo, 2006), pero esta afirmación no es del todo cierta. El aprendizaje se considera como un proceso complejo (no un producto) configurado en la práctica o acción, que transcurren en uno o varios sistemas de actividad y en los que las personas se involucran de múltiples formas. Este paradigma socio-cultural-cognitivo considera que la mente, la acción y la situación conforman un todo, el aprendizaje es el repertorio de prácticas que los sujetos tienen, crean o transforman para ser parte de esa práctica (Chaiklin y Lave, 1996).

Con se verá, el ejercicio de mirar el aprendizaje a través de diversas escuelas o filiaciones teóricas tiene como objetivo hacer evidente lo complejo que puede ser un término

como el aprendizaje y lo importante que es tener esto en cuenta para participar en los diálogos y debates actuales que buscan comprender los nuevos sentidos en los que el problema del aprendizaje y la construcción de conocimientos se van configurando. En particular, cuando hablamos de aprendizaje con tecnologías, nos estamos refiriendo a una actividad pragmática concreta que también revisaremos más adelante.

El aprendizaje y sus filiaciones psicológicas

Las teorías que miran el aprendizaje como una función psicológica natural como el conductismo asumen que el aprendizaje está en función de un condicionamiento y como resultado da un mayor nivel de organización, control y adaptación de los organismos al medio ambiente. La teoría conductista se consolidó en un ambiente en el que la psicología se interesaba más que nada en las conductas observables y dejaba de lado las asociaciones y estructuras mentales que no eran evidentes, que no se podían observar (como la introspección). Las bases del conductismo se sentaron, principalmente, en la teoría conexionista de Thorndike (1874-1949) en Estados Unidos y la teoría del condicionamiento clásico en Rusia, por Pavlov (1849-1936) porque consideraban el aprendizaje en términos de conexiones neurológicas. A quienes se les considera como representantes máximos de la escuela psicológica del conductismo es al estadounidense Watson (1878-1958) -quien sustentó el aprendizaje en el reflejo condicionado; al psicólogo Guthrie (1888-1959) quien con sus ideas consolidó las teorías neurológicas del aprendizaje y, al también estadounidense Skinner (1904-1990) por su poderosa aportación sobre el condicionamiento operante (Shunk, 1997).

Para Thorndike el aprendizaje era entendido como un proceso mecánico e incremental que deriva del ensayo y el error. Para este psicólogo experimental el aprendizaje ocurre paulatinamente, las respuestas correctas se quedan y las erróneas se desechan (Thorndike, 1913b en Shunk, 1997). Aunque reconocía que en los humanos se podían asumir también otras formas de aprender, no dejó de explicar el aprendizaje complejo con principios elementales como el estímulo-respuesta. La *ley del efecto*, relacionada con su teoría del aprendizaje, sostiene que son las consecuencias de la conducta las que contribuyen al aprendizaje: se aprenden las respuestas cuyas consecuencias son remuneradas y no las que llevan castigos

(Shunk, 1997). La mayor parte de sus ideas se orienta a explicar el aprendizaje *por asociación* derivada de la selección y conexión.

Por su parte, el fisiólogo ruso Pavlov estudiaba las conductas reflejas producidas por la actividad neurológica en respuesta a la estimulación del ambiente. Su legado sobre las teorías del aprendizaje se conoce como condicionamiento clásico y en él se asume que cualquier estímulo recibido puede condicionarse a un reflejo (reflejo condicionado). Investigaciones posteriores señalaron que ese condicionamiento es limitado y que dependía de “la compatibilidad del estímulo y respuesta con las reacciones particulares de cada especie” (Bolles, 1972 en Shunk, 1997, pág. 38), sin embargo, Pavlov llevó esos mismos principios al estudio del comportamiento humano anormal y disfuncional creando el método de la desensibilización sistemática o contra-condicionamiento de las conductas no deseadas con algún éxito.

En esta visión del aprendizaje por asociación y como función psicológica natural de la mente humana se destacan, como dijimos antes, las ideas de Watson, Guthrie y Skinner quienes hicieron del condicionamiento la base de todas sus observaciones ya que asumieron que el aprendizaje está sujeto a las consecuencias. Cada uno, desde diferentes perspectivas, explicó el modo en que se forman las asociaciones (asociacionismo) entre estímulo y respuesta. Del estudio observable de la conducta se derivan las ideas de que el aprendizaje de los organismos está en función de su medio ambiente, es decir, es una función biológica que se forma por medio de asociaciones (Skinner, 1974) desafortunadamente sus respuestas se limitan a explicarlas en función de las diferentes asociaciones entre estímulo y respuesta. Es importante señalar que debido a que los conductistas reconocieron cierta continuidad y predicción (Hull, 1937 en Schunk, 1997) entre los sistemas de aprendizaje de diferentes especies, se dieron a la tarea de estudiar los efectos del condicionamiento o del reforzamiento en ratas, palomas, perros, etc., lo que denominaron como análisis experimental de la conducta, con la intención de transpolar esos resultados a la vida humana. Es de esa pretensión de donde se derivan las mayores críticas a la teoría conductista. Otras teorías señalaban que el aprendizaje no puede reducirse a una función biológica e individual de adaptación de las especies y que, aunque los procesos mentales no son observables deben ser considerados para entender el aprendizaje como actividad cultural (Pozo, 2008) y no solo biológica. Fueron los mismos investigadores del aprendizaje animal los que llevaron más adelante este punto de

reflexión para mostrar que los animales no procesan todos los cambios energéticos, sino solo aquellos que son informativos” (Pozo 2008, pág. 49). Es a partir de ese momento que surgen teorías del aprendizaje animal basadas en modelos de procesamiento de información. Según estos modelos: “los animales no adquieren conductas sino más bien expectativas de sucesos y conductas. Aprenden a esperar ciertos acontecimientos y es la violación de esa expectativa –o la distancia entre el suceso esperado y el realmente acontecido- la que produce aprendizaje” (Pozo, 2008, pág. 49). Lo que los organismos aprenden es el valor informativo de los cambios (Rescorla, 1980 en Pozo, 2008).

En un intento por liberarse de las corrientes teóricas de la psicología del siglo XX -que veían el aprendizaje como un cambio de conducta-, estas nuevas corrientes lograron verlo como un proceso de adquisición de información aunque no rechazaron las ideas asociacionistas de su tiempo. Para ellos, formar asociaciones entre las piezas de información facilitaba su adquisición y almacenamiento en la memoria, la diferencia es que se interesaron más en los procesos internos o mentales que intervenían en la dicotomía conductista de estímulo-respuesta (Schunk, 1997). De cualquier modo, la crítica sobre su identidad asociacionista siempre estuvo presente: “los modelos imperantes en buena parte de la psicología cognitiva –aquella que se apoya en el procesamiento de información- siguen siendo en buena medida modelos asociativos, si tenemos en cuenta que el procesamiento de información como enfoque psicológico es también un modelo asociacionista del aprendizaje” (Pozo, 2008, pág. 128).

Entre los años 50's y 60's la primacía de la informática y la teoría de la comunicación era tal que se hablaba de la revolución informativa (Bruner, 2000) y en ese contexto no es de extrañar que se pensara que el ser humano es un procesador de información -o de la experiencia-, en un complejo sistema en el que ésta era recibida, transformada, acumulada, recuperada y utilizada. La corriente del aprendizaje como procesamiento de información también fue una corriente del estudio de la memoria. El problema es que ésta última fue estudiada, en gran parte, como un modelo de almacenamiento de información, como si fueran datos simples y aislados de sentido. En este paradigma no había necesidad de lidiar con los procesos mentales o de sentido “el lugar de los estímulos y las respuestas estaba ahora ocupado por la entrada (*input*) y la salida (*output*), en tanto que el refuerzo se veía lavado en su tinte afectivo convirtiéndose en un elemento de control que retroalimentaba al sistema,

haciéndole llegar información sobre el resultado de las operaciones efectuadas” (Bruner, 2000, pág. 24) y lo que es más preocupante es que este paradigma computacional supone un modelo de la mente como el de un programa: “en la medida en que hubiese un programa computable, había «mente»” (*idem*). Como vimos el concepto de aprendizaje, surge inicialmente por la necesidad de explicar la conducta desde la dicotomía de lo que es innato y lo que es aprendido como reflejo del mundo exterior. Desafortunadamente estas teorías reducen el concepto de aprendizaje, así es como lo explica Pozo (2008):

Si para el racionalismo, nuestro conocimiento es solo el reflejo de estructuras innatas y aprender es actualizar lo que desde siempre, sin saberlo, hemos sabido, para el empirismo nuestro conocimiento es solo el reflejo de la estructura del ambiente y aprender es reproducir la información que recibimos de él, hacer copias internas del mundo exterior. En un caso, el mudo es el reflejo de la mente (racionalismo), en el otro la mente es el reflejo del mundo (empirismo) (Pozo, 2008, pág. 134).

Tanto el modelo conductista como la corriente de procesamiento de información, ambos con una visión asociacionista del aprendizaje, pensaban que éste es el resultado de un estímulo (cambio de conducta), que se llevaba a cabo como un fenómeno aislado e individual (sucede en solitario) y que requería de una estrategia de procesamiento y almacenamiento de información (como datos simples sin sentido). Fue la propuesta cognitivista la que buscó revertir el reduccionismo conductista y el paralelismo entre la máquina y el hombre sin caer en una reforma sutil de esas ideas, sino en una sustitución plena en la que se pudiera reinstaurar el tema del significado como concepto fundamental de la psicología. La meta de la revolución cognitiva, como Bruner (2000) la llama era “descubrir y describir formalmente los significados que los seres humanos creaban a partir de sus encuentros con el mundo, para luego proponer hipótesis acerca de los procesos de construcción de significado en que se basaban” esa revolución estaba centrada “en las actividades simbólicas empleadas por los seres humanos para construir y dar sentido no solo al mundo, sino también a ellos mismos” (pág. 20). Eso no cabía en el modelo de las computadoras porque “la información es indiferente con respecto al significado” (pág. 21). La apuesta de Bruner y otros cognitivistas —entre otras cosas— era señalar que la información no se relaciona de manera arbitraria con la estructura cognitiva de la persona que aprende. Es importante señalar que los antecedentes del pensamiento de Bruner los encontramos en el constructivismo de Piaget quien ya había planteado que “la mente y el mundo se construyen mutuamente, de modo que el conocimiento

es siempre una interacción entre la nueva información que se nos presenta y nuestras representaciones anteriores, y aprender es construir modelos para interpretar la información que recibimos a través, eso sí, de nuestro propio sistema psicológico” (Pozo, 2008, pág. 134).

Los constructivistas usan con más frecuencia el término conocimiento que el término aprendizaje y puede ser por la influencia que tienen de la teoría de construcción del conocimiento elaborada por Kant en el siglo XVIII y en la que se aceptaba que somos nosotros mismos los que imponemos nuestras categorías a la realidad y no viceversa (Pozo, 2008). Este enfoque hace referencia a la palabra conocimiento para aclarar que el sujeto es activo “en la formación del conocimiento, no se limita a reflejar lo que está en su mundo exterior, sino que construyen lo que está fuera partiendo de los elementos de que dispone” (Delval, 2001, pág. 71). De modo que, sugiere Pozo (2008), debemos entender al constructivismo como una teoría del conocimiento que da lugar a una teoría psicológica del aprendizaje y a la instrucción del mismo. Es en este punto donde las escuelas psicológicas y sus aplicaciones en la instrucción educativa se han multiplicado por cientos y parece como si todas las escuelas psicológicas han abierto “sucursales constructivistas” (Tolchinsky, 1994 en Pozo, 2008).

Las aportaciones constructivistas a las teorías del conocimiento y el aprendizaje son amplias y es importante que revisemos las aportaciones de la teoría psicogenética del suizo Jean Piaget (1896-1980), y la psicología histórico-cultural (también llamada teoría sociocultural) desarrollada por el ruso Lev Vygotsky (1896-1934). Las escuelas que surgieron de la teoría psicogenética e histórica cultural con frecuencia han sido asociadas también con la teoría social del aprendizaje y la actividad porque en alguna medida comienzan a dar espacio a los supuestos sociales del aprendizaje y el conocimiento.

A partir de los trabajos de investigación de Piaget y Vygotsky ya se reconocía el hecho de que el conocimiento es el resultado de la interacción entre el sujeto y la realidad que lo rodea y cuándo éste actúa sobre la realidad también “va construyendo propiedades de ésta al mismo tiempo que construye su propia mente, por eso a esta posición se le ha denominado constructivismo” (Delval, 2001, pág. 70). Para los constructivistas el conocimiento es una construcción o representación de la realidad exterior en la que entran en juego nuestras capacidades individuales o innatas y entornos sociales que lo determinan. No se trata de que dichas representaciones reflejen la realidad idéntica, de hecho, dice Piaget “ningún conocimiento, ni siquiera perceptivo, constituye una simple copia de lo real, puesto que

supone siempre un proceso de asimilación a estructuras anteriores” (1969, pág. 6). De modo que si construimos conocimiento partiendo de la realidad y hacemos uso de procesos psicológicos personales; no es posible pensar que el cerebro es un procesador de información, sino que es necesario reconocerlo como un “simulador de mundos, un constructor de realidades virtuales, que por supuesto nosotros damos por ciertas” (Llinás, 2001 en Pozo, 2008, pág. 136).

Piaget aceptaba que en el sujeto hay capacidades innatas que se traducen en formas de funcionamiento compartido con otros organismos vivos para adaptarse al medio, organizar sus conductas y organizar la realidad exterior (Delval, 2001). Para Piaget la actividad cognitiva tiene una motivación intrínseca, acepta que “hay una ‘inclinación natural’, por así decirlo, a hacer uso de los instrumentos cognitivos que la evolución de las especies y el propio desarrollo individual han proporcionado y que los diversos factores no-cognitivos modulan esta inclinación en lugar de crearla realmente *ex nihilo*” (Flavell 1993, pág. 32). Según Delval (2001) la gran innovación de Piaget fue la de considerar que la formación del conocimiento debe estudiarse a través de lo que sucede en el sujeto, se trata de poner al sujeto en el centro de la perspectiva.³ Este aspecto de sus aportaciones teóricas probablemente se malinterpretaron⁴ porque a Piaget se le atribuye la idea de que el sujeto construye el conocimiento por sí mismo y que no aprende de los demás. En parte, ha sido esta crítica la que ha renovado a la teoría sociocultural de Vygotsky, quien asumía que son las formas sociales de pensamiento la que definen a las individuales (Delval, 2001). Es decir, que el conocimiento que existe socialmente determina las formas de pensar de los individuos.

Para Vygotsky los procesos interpsicológicos (entres personas) preceden a los procesos intrapsicológicos (individuales o internos). Como bien lo señala Rogoff (1993) la teoría de Piaget y la de Vygotsky, en momentos, adoptan perspectivas diferentes; Piaget toma al individuo como punto de partida “la unidad de análisis debe ser el individuo y considerar a la influencia social como sobrepuesta a la actividad individual (Rogoff, 1993, pág. 189) mientras

³ Aquí podría considerarse un debate interesante entre la racionalidad cognitiva y la racionalidad ambiental que justamente piensa que debemos quitar al individuo del centro para poner el entorno.

⁴ Decimos que es una mala interpretación o interpretación parcial de la teoría de Piaget porque él mismo mostró, en su libro sobre “El criterio moral en el niño” que la noción de justicia, por ejemplo, es inseparable de la sanción. La sanción solo puede ser impuesta por los otros, los que comparten con nosotros una realidad y las mismas reglas del juego (Piaget, 1971). Delval (2001) extrae otro argumento en esta misma línea en el que Piaget señala que el origen de la moralidad está en la cooperación con los otros “la moral no viene impuesta por los adultos sino que es una forma de regulación que se establece en el intercambio con los iguales” (pág. 74).

que Vygotsky se fija en las bases sociales de la mente “la unidad de análisis debería de ser la actividad social en la que se desarrolla el funcionamiento individual” (Wertsch, 1985 en Rogoff, 1993, pág. 189). También ambas teorías resaltan la importancia de un marco común de referencia en la interacción social. Según Piaget el desarrollo cognitivo “es un producto de lo individual, quizá estimulado cuando se tienen en cuenta las diferencias de perspectivas de los otros” mientras que para Vygotsky implica “la apropiación o interiorización individual de los procesos sociales que se llevan a cabo en la resolución de problemas” (Rogoff, 1993, pág. 193). Ambos enfoques comparten el énfasis en la importancia de la mutua comprensión entre quienes interactúan, Piaget lo llama influencia social y Vygotsky se refiere a este tema como intersubjetividad. Un elemento que delimita el aprendizaje como actividad es la interacción con los otros. Este aspecto del aprendizaje también tiene diversas visiones y en el paradigma sociocultural del aprendizaje se asume que la influencia social, la influencia de los otros intensifica los cambios de perspectiva, que puede ser establecida por medio de una comunicación compartida intensa en la que hay un compromiso mutuo (Rogoff, 1993, pág. 185).

La interacción asimétrica es cuándo hay una relación no recíproca o de diferencias de poder entre los sujetos que aprenden y/o enseñan, como la relación entre un adulto y un niño. Para Piaget, “esta relación rompe la condición de reciprocidad –que es necesaria para lograr el equilibrio en el plano del pensamiento” (Piaget, 1977, pág. 165 en Rogoff, 1993, pág. 190), en casos como el del maestro y el alumno no se estimula el desarrollo cognitivo del niño porque hay un manejo del poder que pone siempre al niño en una posición de desventaja. No hay reestructuración cognitiva (Rogoff, 1993, pág. 189). Piaget consideró siempre que los compañeros ideales son los iguales: “la crítica nace de la discusión, y la discusión solo es posible entre iguales: la cooperación, por lo tanto, permitirá alcanzar lo que la coacción intelectual [causada por las creencias incuestionables en la omnisciencia del adulto] fracasó en provocar” (Piaget, 1932 en Rogoff, 1993, pág. 189). Para Vygotsky la desigualdad está en la destreza y en la comprensión y la considera favorable para el desarrollo cognitivo (no importa la edad) “el compañero debe ser alguien que sepa más sobre los instrumentos que el niño” (Rogoff, 1993, pág. 191).

Independientemente del debate sobre el tema y las interpretaciones (adecuadas o no) que los seguidores de Piaget o de Vygotsky han hecho de ambas teorías, es importante señalar

que a partir de estos aportes teóricos se inician las corrientes teóricas que dejan de ver al aprendizaje como un proceso únicamente mental, para verlo también como un proceso dinámico y en interacción con el entorno. Piaget (1969) decía que todo conocimiento está ligado a una acción, de modo que los aprendizajes no surgen del sujeto por sí mismo, ni del contexto; sino de la interacción entre ambos. En el paradigma sociocultural, que encabezó Vygotsky, el aprendizaje implica la apropiación o interiorización individual de los procesos sociales que nos sirven, entre otras cosas, para ampliar nuestra comprensión del mundo y nuestras destrezas. La noción de aprendizaje comenzó a delinearse como una práctica social o, como Leont'ev (1981) la llama una actividad en la que las relaciones interpersonales, la imitación, el modelado, la comunicación no verbal son fundamentales.

Como parte del ejercicio teórico que estamos elaborando nos parece necesario detenernos un poco en los aportes que el enfoque latinoamericano del conocimiento o pedagogía social hacen a la noción de aprendizaje. Sobre todo porque la producción teórica de este lado del continente está fuertemente ligada a condiciones históricas, socio-políticas y económicas muy particulares en las que mirar el contexto social es inevitable. Para Freire la educación es una práctica política por naturaleza en la que aprendiz es un sujeto activo y crítico en la adquisición de sus propios conocimientos y de los aprendizajes que lo preparan para la vida y no solo para un sistema de producción (Freire, 1990). El proceso de aprendizaje de la visión de Freire sugiere que lo entendamos como un proceso múltiple en el que “aunque haya un contenido dominante para aprender, en ese proceso también se modifican la forma de percibir, pensar, sentir y actuar del sujeto, que tiene incidencia en toda su estructura de personalidad (Marzolla en Orozco, 2009, pág. 81). En su propuesta ya se nos planteaba la pertinencia de la comprensión dialéctica-procesual de la realidad, es decir, la importancia de conocer cómo opera nuestra mente en la cotidianeidad. Si nos volvemos a mirar el aprendizaje y construcción de conocimientos y qué es lo que pasa en la vida cotidiana de los grupos sociales o populares, es fundamental entender quiénes son “esas” personas y cómo viven o sobreviven. La ignorancia de sus condiciones es el precedente del “autoritarismo blando” que desconoce el anhelo o las posiciones ideológicas de quiénes participan o de los que deciden no participar (Freire, 1990). Además no dejó de señalar que el conocer tiene una carga ética o de valor y actitud para vivir y desarrollarnos. Si vamos ampliando esta perspectiva coincidiremos con Freire cuando señala que el hombre es el agente de su propia educación, por medio de la

interacción permanente de sus acciones y su reflexión (Freire, 1972) para entender cómo lidiar con el conocimiento “la cuestión es saber qué contenidos son éstos, a favor de qué ideal están estos contenidos” (Freire, 1990, pág. 31). Estas reflexiones deberán entenderse también como antecedentes de las diversas corrientes teóricas que poco a poco dejaron el tema del aprendizaje como un proceso mental o cognitivo individual para llevarlo al plano social en el que el aprendizaje no solo depende de una enseñanza activa o intencionalmente orientada, tampoco depende necesariamente del más hábil, ni está solo ligada a contextos específicos de enseñanza-aprendizaje como la escuela. Para estas teorías el aprendizaje es una forma de participación y observación activa de actividades cotidianas propias de una cultura o de un grupo social (Rogoff, 1993). Es decir, el aprendizaje es visto como una práctica social y ésta muy lejos de ser entendido como el resultado de una “transmisión” de información o conocimientos. El aprendizaje como práctica social (como acción o como actividad) no limita nuestra observación solamente a ver lo que pasa en el individuo o lo que pasa en su contexto, sino que es un espacio en dónde podemos observar ambos aspectos en interacción. El conocimiento se distribuye socialmente y está más allá de las mentes individuales (Pozo, 2006).

Hasta este momento hemos revisado los aspectos del aprendizaje que encontramos como obligatorios para comprender parte importante del trayecto histórico del término. Pero la mayoría de estas corrientes asumen la universalidad de los procesos psicológicos vinculados al aprendizaje. La psicología cultural y la antropología social de la cognición han mostrado diferencias culturales en el aprendizaje que podrían analizarse como diferentes sistemas mentales y representacionales (Pozo, 2006). En la sección que sigue nos ocuparemos de revisar ideas para nosotros fundamentales para entender los procesos de aprendizaje con ecotecnologías como una práctica social situada, cotidiana y compleja que se lleva a cabo por la necesidad de resolver algunos problemas económico-ambientales de la sierra de Pénjamo.

El aprendizaje como práctica social

Estamos conscientes que hablar de aprendizaje es hablar de un tema muy amplio. Como vimos anteriormente se ha aceptado que el aprendizaje es un cambio de conducta, también se

piensa que es el resultado o meta de un proceso y al mismo tiempo es el proceso por el que llegamos a esa meta. También revisamos teorías que lo consideran un proceso mental y otras que afirman que es el mundo social el que configura y da sentido a nuestros aprendizajes. Aunque algunas definiciones del aprendizaje son menos complejas que otras, es una realidad que el término aprendizaje es problemático y complejo y en las filiaciones teóricas antes revisadas no encontramos suficientes elementos para comprender mejor nuestro tema de investigación. Es por eso que elegimos dejar a un lado las definiciones que simplifican o reducen el término de aprendizaje como un proceso interno o de la mente y buscar aquellas que lo miran desde la complejidad social. En ese lado de la balanza, encontramos algunas teorías del aprendizaje que se basan en el supuesto de que es una actividad o una práctica social por medio de la cual podemos hacer un análisis cognitivo que se deduce del comportamiento (acción/actividad) y del lenguaje (cómo se explica el actuar) y que observable como parte de un sistema amplio de actividad (Lave, 1991; Wenger, 2001; Rogoff, 1993).

Aunque vimos que algunos de los modelos constructivistas se alejan de las explicaciones puramente mentales, no llegan hasta el punto de explicar el aprendizaje como una configuración de acciones dentro de una práctica social porque siguen pensando el aprendizaje en términos de representaciones mentales de la realidad (Pozo, 2006). La literatura que nos interesa, porque explica el aprendizaje desde un enfoque no psicológico, proviene de diversas teorías o enfoques socioculturales. Estas teorías, a su vez, han sido configuradas por una fuerte influencia de la teoría de la actividad, la psicología crítica, la psicología ecológica, la antropología cognitiva y las perspectivas etnometodológicas. Lo más interesante es que coinciden en integrar cuatro componentes básicos para entender la participación social como un proceso de aprender y conocer. Estos componentes han sido descritos por Wenger (2001) de la siguiente manera:

1. *Significado*: una manera de hablar de nuestra capacidad (cambiante) –en el plano individual y colectivo- de experimentar nuestra vida y el mundo como algo significativo;
2. *Práctica*: una manera de hablar de los recursos históricos y sociales, los marcos de referencia y las perspectivas compartidas que pueden sustentar el compromiso mutuo en la acción;
3. *Comunidad*: una manera de hablar de las configuraciones sociales donde la persecución de nuestras empresas se define como valiosa y nuestra participación es reconocible como competencia;

4. *Identidad*: una manera de hablar del cambio que produce el aprendizaje en quienes somos y de cómo crea historias de devenir en el contexto de nuestras comunidades (Wenger, 2001, pág. 22).

Estos elementos están interconectados y quienes los comparten configuran lo que Lave (1991) y Wenger (2001) han denominado: *comunidad de práctica*. Las comunidades de práctica de las que nos hablan son formas de agrupación en las que todos hemos estado (o estamos) envueltos de forma permanente o periférica. Aunque parece una noción muy general no lo es, ya que se refiere a las comunidades sociales que tienen profundas repercusiones en lo que para cada uno de nosotros significa comprender el mundo en el que participamos y por lo tanto en/por el que aprendemos. En esta propuesta, el aprendizaje es una experiencia cotidiana y familiar, a veces invisible o no obvia, pero no por eso ausente, lo que no tenemos son “maneras sistemáticas de hablar de esta experiencia familiar” como una experiencia de aprendizaje. Se hace necesario que vayamos construyendo un “vocabulario sistemático” para hablar de esas experiencias como situaciones de aprendizaje porque “lo que pensamos del aprendizaje influye en nuestra manera de reconocerlo” (Wenger, 2001, pág. 26). Si el aprendizaje es una forma de organización social de la participación, tendremos que revalorar la construcción de ciertas comunidades de práctica, como el caso de la experiencia de la Sierra de Pénjamo, para contribuir en la configuración de la teoría social del aprendizaje que Wenger (2001) nos propone.

Las comunidades de práctica se configuran y sostienen en la participación a nivel individual, de la comunidad y de la organización. En el caso de los individuos “significa que el aprendizaje consiste en participar y contribuir a las prácticas de sus comunidades” (Wenger, 2001, pág. 25). Las corrientes socioculturales del aprendizaje coinciden en asegurar que la práctica social es la clave para captar la complejidad del pensamiento humano en la vida cotidiana (Lave 1988 en Wenger, 2001) es por eso también, que gran parte de los estudios sobre la cognición realizados desde este enfoque aciertan en llevarse a cabo en situaciones apartadas de la escuela o el laboratorio. La investigación en contextos cotidianos se vuelven cada vez más pertinentes para entender la cognición humana porque subyace la idea de que participar en la vida cotidiana es también participar en la cultura, es así como hacemos que el significado (de la participación y de la vida misma) se haga *público* y *compartido*. “Nuestra forma de vida depende, adaptada culturalmente, depende de significados y conceptos

compartidos y depende también de formas de discurso compartidas que sirven para negociar las diferencias de significado e interpretación” (Bruner, 2000, pág. 29).

Como vimos anteriormente el aprendizaje como práctica social también está relacionado con el tema de la identidad. Al participar de manera activa en las prácticas de las comunidades sociales, los actores también construyen su identidad en relación con esas comunidades. “La participación no solo da forma a lo que hacemos, sino que también conforma quiénes somos y cómo interpretamos lo que hacemos” (Wenger, 2001, pág. 22). Lo que se aprende es “el proceso mismo de participar en una práctica continua y de comprometerse en su desarrollo. Las prácticas son historias de compromiso mutuo, de negociación de una empresa/tarea y de desarrollo de un repertorio compartido” (pág. 125). Como señala Lave (1996) hablar de aprendizaje es “hablar de una cambiante participación en los ambientes culturalmente determinados de la vida cotidiana” y que para comprender esa actividad no podemos separarla del mundo social en el que ésta se desenvuelve; lo que quiere decir es que la cognición no se divide en mente, cuerpo, actividad y entorno, sino que es una actividad que se distribuye entre todos ellos (Lave, 1991; Chaiklin y Lave, 1996).

Otro asunto que debemos abordar es el tema del contexto. Las discusiones sobre este tema son muy amplias y aunque no queremos simplificar esta noción, ni reducirla, sí buscamos acotar su sentido para nuestros intereses. El aprendizaje es inseparable del contexto desde el que surge y en el que se utiliza (Rogoff, 1993). Sin embargo, es necesario que dejemos de hablar de contexto como un recipiente donde la acción se lleva a cabo para pensarlo como una red en la que las acciones se organizan. En particular, en comunidades de práctica que se desenvuelven en la vida cotidiana, como el caso de Pénjamo, la actividad se organiza alrededor del presente, del aquí y el ahora y en ella se experimentan diversos grados de proximidad, por lo cual compartimos un sentido común de la realidad (Berger y Luckman, 1995). Berger y Luckman (1995) definen al contexto de la vida cotidiana como realidad suprema, porque es la realidad que da sustento a los pensamientos y las acciones. La teoría social de la actividad la define como ambiente de la actividad porque está relacionada con todo tipo de espacios y situaciones de aprendizaje y no solo la vida cotidiana. Cuando se habla de contexto, se hace referencia a las relaciones entre “terreno” y “entorno”. El primero es el lugar o espacio físico en el que la actividad tiene lugar, el segundo se refiere “a la relación entre las personas en acción y los terrenos en los que actúan” de modo que “la actividad se constituye dialécticamente en

relación con el entorno (...) cualquier cambio en el entorno dentro del terreno transforma la actividad” (Lave, 1991, pág. 164).

En lo que respecta a la idea de que la práctica forma *comunidad*, los autores señalan que ese término no está planteado como sinónimo de grupo, equipo o red, sino que se refieren a ella como una comunidad de personas que tienen una empresa conjunta, con un compromiso mutuo y un repertorio compartido. Las comunidades de práctica se pueden concebir como historias compartidas de aprendizaje que requieren del desarrollo de formas de compromiso mutuos, comprender y ajustar la empresa a realizar, así como desarrollar un repertorio con estilos y discursos propios:

"Una comunidad de práctica se define a sí misma a lo largo de tres dimensiones: su empresa conjunta es comprendida y continuamente renegociada por sus miembros, el compromiso mutuo que une a sus miembros juntos en una entidad social y el repertorio compartido de recursos comunes (rutinas, sensibilidades, artefactos, vocabulario, estilos...) que los miembros han desarrollado a lo largo del tiempo". (Wenger, 1998, en Smith, 2003, 2009)

La teoría social del aprendizaje habla de aprendices de prácticas y de expertos o guías. La participación en una práctica concreta depende de la guía de alguien para quien esa participación ya no es periférica, sino central. La guía no supone un modelo verbal necesariamente, la participación puede ser por medio de comunicación no verbal como la observación y la imitación o verbal como la interacción y la reflexión de la misma práctica. Los aprendices, acompañados de otros más expertos cambian sus formas de participación con lo que logran acercarse o alejarse del centro de la práctica o convertirse en “participantes en pleno derecho”. Para describir este proceso Lave y Wenger (Smith 2003, 2009) acuñaron el término de *participación periférica legítima* con el que buscan enfatizar la importancia que tiene la participación para el acceso legítimo y efectivo de lo que se ha de aprender. Los participantes se ven en la necesidad de negociar el significado de la práctica y ganar legitimidad. De modo que esta teoría no entiende el aprendizaje en función del éxito o el fracaso, sino de formas de participación que ofrezcan una posibilidad de identidad, filiación y reconfiguración personal y social. Es decir, el aprendizaje es entendido como un proceso cambiante de comprensión de la práctica lo que significa moverse de la participación periférica a la participación plena en una comunidad de práctica (Lave, 1991). Tanto la periferia como la legitimidad son modificaciones necesarias a cada práctica. La periferia es una posibilidad de exposición a la práctica y la legitimidad supone una comprensión de la trayectoria completa de participación para “actuar”

en esa comunidad de práctica. Debemos entender la práctica como un proceso dinámico y dialéctico que Wenger describe así:

“La práctica es una historia compartida de aprendizaje que exige una especie de puesta al día para poder incorporarse a ella. No es un objeto que se pase de una generación a la siguiente. La práctica es un proceso continuo, social e interactivo y la iniciación de los principiantes es simplemente una versión de aquello en lo que consiste la práctica. El hecho de que los miembros interaccionen, hagan cosas conjuntamente, negocien nuevos significados y aprendan unos de otros ya es inherente a la práctica: así es como evolucionan las prácticas (Wenger, 2001, pág. 132).

La práctica no es una experiencia mecánica o rutinaria, aunque tenga ciertas pautas o recurrencias, sin embargo para que ésta pueda terminar en una “noción compartida de mundo común” (Latour, 2005) los actores deben organizarse en función de una negociación de significados de la experiencia por medio de la interpretación y la acción. Para Latour, (2005) la acción debe considerarse como “un conglomerado de agencias” ya que ésta es tomada por otros y es compartida o distribuida; es decir el actor nunca está solo, los relatos de otros están incorporados o la acción está determinada por objetos o herramientas. Latour denominó esta multivocalidad del actor como la del *actor-red* para quien la acción se enfrenta por un lado a un objeto que atiende las asociaciones de las que está hecho y por otra parte renueva el repertorio de vínculos sociales (Latour, 2005). En esta teoría de la práctica el carácter situacional de la actividad y la cognición cotidiana son fundamentales y en ellas se establece un vínculo dialéctico entre la acción y el sujeto (Ekstein Motto, 1969 en Páramo y Fors 2006), entre las personas que actúan y los entornos de la actividad, es decir, la relación entre estos es más que recíproca (Lave, 1991): el significado (Wenger, 2001), la contradicción y el conflicto (Lave, 1991) juegan un papel crucial en el análisis de la actividad.

Hasta este momento hemos retomado las ideas del paradigma socio-antropológico-cognitivo que pone la atención en la participación personal y social como un proceso complejo que combina el hacer, hablar, pensar, sentir y pertenecer en una empresa común o que busca los mismos fines. Sin caer en la generalización de que participar es actuar los múltiples contextos cotidianos en los que vivimos, los lineamientos básicos de ésta teoría nos dice que el aprendizaje tiene más que ver con el desarrollo de nuestras prácticas y con nuestra capacidad de negociar el significados y la formación de una identidad que de un proceso mental o una representación mental del mundo exterior. Al actuar en un terreno concreto creamos maneras

de participar en una práctica, es decir creamos un entorno de la actividad desde la periferia hasta el centro de la partición, y en ese mismo proceso los actores contribuyen a hacer qué esa práctica sea como es. En la sección siguiente haremos una breve reflexión sobre la práctica vinculada a un objeto o herramienta tecnológica revisando noción como aprender a hacer, conocimiento y capacidades de absorción.

Aprender a hacer con ecotecnologías

El sentido de comunidad del que hablamos antes es el que concurre en las actividades y la participación que comparten ciertas metas. Pero no sólo las actividades hacen posible el logro de las metas, sino también las herramientas con las que éstas se llevan a cabo. En nuestro caso de interés, la práctica social o aprendizaje se organiza alrededor de una o varias ecotecnologías, también conocidas como tecnologías de autoayuda, tecnologías democráticas o tecnologías del pueblo (Schumacher, 1978) que a diferencia de las tecnologías de producción masiva, requieren de una importante fuente de actividad humana para su funcionamiento. El aprendizaje de los actores de la Sierra de Pénjamo está entendido como una práctica social que se configura a partir de la incorporación de una tecnología intermedia, particularmente conocidas como ecotecnologías con las que se busca mitigar, en alguna medida, la crisis económica y ambiental de cada unidad doméstica. Describir de qué naturaleza es esa práctica y como se configura será nuestra tarea en el siguiente capítulo, por el momento conviene reflexionar un poco más sobre la relevancia de comprender una práctica social desde su instrumentalidad, es decir, una práctica social configurada por el uso de ecotecnologías.

Estudiar el papel de la tecnología implica comprender la práctica social desde su instrumentalidad ya que “no es posible pensar lo social como sistema, sin comprender sus bases tecnológicas” (Ángel Maya, 1997 pág. 46). Cuando hablamos de instrumentalidad no queremos reducirla al uso de un instrumento concreto relacionado con una actividad específica, sino que buscamos entender ese fenómeno “como una plataforma creciente de adaptación al medio” (*ídem.* pág. 48) o como una base tecnológica “que fundamenta todo desarrollo cultural” (*ídem.* pág. 44). La tecnología sigue los intereses de quien hace uso de

ella, no de sus propias lógicas, por tanto la acción sobre la tecnología debe ser entendida como el proceso de actuar directa y cotidianamente sobre ella en un marco cultural específico. Para los actores de la Sierra de Pénjamo las ecotecnologías no se imponen ni se presentan como incomunicables sino que, como toda realidad, los actores las *en-actúan* en su acoplamiento estructural con el medio (Gurdián-Fernández, 2007) en condiciones socio-económico y ambientales críticas.

Las modernas corrientes ambientalistas se han centrado en comprender la organización social como estrategia adaptativa, así como las mutuas determinaciones entre ambiente y sociedad (Ángel Maya, 1997) en las que la tecnología juega un importante papel de apropiación del espacio. La premisa de la que parten es que “la cultura se construye necesariamente sobre el trabajo de transformación del medio natural” (*ídem.* pág. 59). Se asume una conquista de la instrumentalidad técnica en favor de la adaptación porque “el hombre, como especie, se adapta a través de herramientas” (Ángel Maya, 2013, pág. 98). Pero ha sido también el inmenso avance tecnológico el que ha traído secuelas ambientales que ahora nos preocupan y que en el caso particular de la Sierra de Pénjamo son evidentes en el encarecimiento de recursos como la energía, el agua y la alimentación. Inmersos en la plataforma tecnológica en la que ya todos estamos, la AC CCSP, impulsados por las políticas públicas de SEDESOL-INDESOL, les proponen una solución tecnológica pero de menor impacto ambiental o económicamente más accesible, a esas tecnologías se les conoce como ecotecnologías.

Las ecotecnologías se han caracterizado por ser tecnologías que se adaptan a las circunstancias ambientales, étnicas, socioeconómicas y culturales de los usuarios, se puede decir que son tecnologías poco sofisticadas y, por lo general se usan para la mejora de procesos más que de productos. Hace más de 30 años que las ecotecnologías, que forman parte de otras tecnologías intermedias, tuvieron un gran auge en todo el mundo, fueron aceptadas por diversos líderes políticos y financiadas por agencias internacionales de desarrollo, así como por algunas industrias y universidades (Jéquier, 1981). Tiempo después del auge, se fueron reconociendo las limitaciones que tenían, de hecho, en un documento elaborado desde 1981 por Jéquier⁵ se señala a estas tecnologías por su marginal contribución al desarrollo económico y social y se mencionan tres restricciones principales: “La innovación es débil y

⁵ Entonces director de la OCDE (1981).

una buena idea requiere demasiado tiempo para concretarse en un producto o en un servicio social eficiente. La difusión de esa tecnología es compleja y tiene poco alcance para beneficiar a muchas personas. Su aceptación depende del contexto cultural complejo de cada lugar en el que estás tecnologías son usadas” (Jéquier, 1981, pág. 542. Traducción libre de la autora). Tal vez, la última restricción sea también en la que actualmente se basa su renovada importancia. En la actualidad se reconoce que contribuyen al desarrollo local, la sustentabilidad y la mejora de las condiciones de vida de muchas comunidades porque favorecen la producción o la conservación de energía alterna o de fuentes renovables. Sin duda, el renovado interés por las ecotecnologías es que se consideran tecnologías limpias y de bajo costo,⁶ así como alternativas relativamente económicas para la solución de algunos problemas ecológicos y de sustentabilidad energética para comunidades rurales y urbanas.⁷ Las ecotecnologías se caracterizan por tener en cuenta las consecuencias ambientales y no necesariamente siguen las lógicas mercantiles o económicas porque, como en el caso de la Sierra de Pénjamo, pueden ser tecnologías subsidiadas por políticas públicas.

Las ecotecnologías -a diferencia de tecnologías digitales o industriales-, son utilizadas, mantenidas y producidas localmente, aunque gran parte de su funcionamiento recae en energía humana. Las ecotecnologías, también ha sido denominadas como tecnologías intermedias por Schumacher (1978) quién señaló que había elegido ese término para dar a entender que se refería a tecnologías superiores a las primitiva o de épocas pasadas “pero al mismo tiempo mucho más simple, más barata y más libre (...). Se podría llamar también tecnología de autoayuda, tecnología democrática o tecnología del pueblo. Una tecnología a la cual todo el mundo puede tener acceso y que no está reservada sólo para aquellos que ya son ricos y poderosos” (Schumacher, 1978, pág. 161). La tecnología intermedia es un tipo de tecnología que con mayor frecuencia se maneja en beneficio de los usuarios y no necesariamente sigue

⁶ Su costo también es proporcional a la energía humana de la que dependen para su uso y mantenimiento.

⁷ Recomendamos conocer los siguientes proyectos en México: Recuperación de agua de lluvias Isla Urbana <http://www.islaurbana.org/>, Red Mexicana de Bioenergía <http://www.rembio.org.mx/inicio/index.php/biogás>, Sobre Baños secos: <http://ecotecnologiasparaelbienestar.wordpress.com/>. También recomendamos los siguientes artículos: Gabriel Zaid “soluciones empresariales” <http://www.letraslibres.com/blogs/articulos-recientes/soluciones-empresariales>, y “Desaprovecha México el 98% de biogás de rellenos sanitarios” <http://www.proceso.com.mx/?p=329376>.

Proyectos más innovadores en Estados Unidos han aprovechado el biogás como generador de electricidad. Recomendamos conocer el proyecto en un parque público de Cambridge, Ma. en el que transforman el excremento de perros en gas metano y luego en electricidad para iluminar el parque: <http://parksparkproject.com/home.html>.

las lógicas del mercado (Mc. Robie, 2001). Las ecotecnologías forman parte de las tecnologías intermedias o tecnologías sociales que son utilizadas, mantenidas y producidas localmente y que particularmente requieren de una buena parte de actividad humana para su funcionamiento. El Banco Interamericano de Desarrollo reconoce su valor y aunque las define como tecnologías de menor intensidad de capital señala que son “tecnologías apropiadas para alcanzar los objetivos de desarrollo de un país dadas la escasez de capital y la abundancia de trabajo relativamente no calificado”. Señalan que en el uso de estas tecnologías puede ser útil para “aumentar la productividad de la fuerza de trabajo local” porque podrían constituir “una fuente adicional importante de los ahorros necesarios, a un costo de inversión insignificante”⁸, para la generación auto sostenida de capital que es un prerrequisito esencial del crecimiento a largo plazo de los países en desarrollo”.⁹

De hecho, la práctica de transferencia de ecotecnologías en comunidades rurales en México es frecuente y muchos de esos proyectos siguen las lógicas internacionales de desarrollo mundial responsable.¹⁰ Sin embargo esas asociaciones tecnológicas pocas veces logran desprenderse de las macrotendencias socioculturales de una civilización que dicta que el aprendizaje más importante es el conocimiento científico y tecnológico y se deja de lado la necesidad de reflexionar sobre las realidades del medio ambiente, la acción y el desarrollo humano como una práctica social dinámica. No es posible seguir gestionando el medio ambiente sin la reflexión de otros enfoques del medio ambiente, es importante que cambiemos la idea de que el medio ambiente es un objeto que debe investigarse y gestionarse sin tener en cuenta al menos otros enfoques como los experienciales, filosóficos y holísticos (González, 2008).

⁸ En el caso de la Sierra de Pénjamo, el costo inicial de inversión que cada familia tenía que hacer, en el 2010 oscilaba entre los 1,500 a los 3 mil pesos aprox.

⁹ En: Banco interamericano de desarrollo <http://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/tecnologias-intermedias-o-de-menor-intensidad-de-capital,6205.html> (Consultado en marzo de 2012)

¹⁰ Por ejemplo, en el Programa 21 de la ONU se señala que es importante “prestar apoyo al fomento de la capacidad endógena, en particular en los países en desarrollo, de modo que éstos puedan evaluar, adoptar, gestionar y aplicar tecnologías ecológicamente racionales. Esto podría conseguirse, entre otras cosas, mediante: i) El desarrollo de los recursos humanos; ii) El fortalecimiento de la capacidad institucional de investigación y desarrollo y de ejecución de programas; iii) La realización de evaluaciones sectoriales integradas de las necesidades tecnológicas, de conformidad con los planes, los objetivos y las prioridades de los países, según se prevé en la ejecución del Programa 21 en el plano nacional” ONU, 1992. Agenda 21, sección IV, capítulo 34, inciso d, en: http://web.archive.org/web/20120616171319/http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_34.shtml

Es importante también considerar que los estudios sobre aprendizaje y tecnologías digitales o tecnologías de la información, han relacionado a la capacidad de generar, concretar y transferir conocimiento como habilidades sustantivas a ese proceso. La tecnología en general coloca a los sujetos en contextos donde el *aprender haciendo* es muy relevante (Cobo y Moravec, 2011). Sin embargo, las ecotecnologías, por su funcionamiento e implicaciones en la unidad doméstica de los actores de la Sierra de Pénjamo tienen más similitudes con la tecnología industrial que con la tecnología digital o de comunicación.

En los estudios sobre aprendizaje tecnológico en empresas éste se relaciona con las capacidades de los usuarios o actores de absorber y adaptar esa tecnología en condiciones locales (Villavicencio y Arvanitis, 1994 en Martínez 2006). Al respecto, Martínez (2006) señala que el aprendizaje tecnológico “tiene que ver con un conjunto de actividades que llevan a los actores sociales a enfrentar situaciones en las que tienen que hacer uso de su conocimiento y experiencias pasadas y a partir de eso pueden crear un mayor conocimiento” (pág. 67). Aunque hacen una distinción pertinente entre aprender haciendo (*learning by doing*) y aprender usando (*learning by using*) con y en la tecnología, en ambos casos se reconoce el valor de la experiencia personal, la complejidad de la tecnología y el mejoramiento de la productividad (Martínez, 2006).

En diversos estudios sobre capacidades tecnológicas -también en la industria, la innovación y el desarrollo- éstas se definen como “conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías” (Bell y Pavitt, 1995; Lall, 1992 en Lugones, Gutti y Le Clech, 2007, pág. 11). Lo que nos parece interesante rescatar para nuestro estudio es que esas investigaciones consideran que las capacidades tecnológicas incluyen a otras capacidades también relacionadas con el conocimiento y el aprendizaje y que son determinantes en el uso de una tecnología, algunas a nivel individual y otras a nivel institucional. En particular no referiremos a las capacidades de absorción entendidas como las habilidades de los actores para utilizar de manera eficiente el conocimiento tecnológico que tiene componentes explícitos, codificados y tácitos (Molero, 2008). Las dimensiones comúnmente asociadas a las capacidades de absorción son la adquisición, la asimilación, la transformación y la explotación del conocimiento (Martínez, 2006), por medio de las cuales estos estudios comprenden y explican el proceso de acumulación y transformación del conocimiento (*path dependency*) (Lugones, Gutti y Le Clech, 2007) como una lógica basada en

la experimentación personal y organizacional hacia la innovación. Esos estudios hablan de trayectorias de creación tecnológica y descartan la idea de que la innovación esté relacionada con sucesos o eventos aislados o espontáneos a la organización. Para nuestros fines, es interesante tener en cuenta esta última idea sobre las *trayectorias tecnológicas* como una noción nos permite entender porque una familia que adopta una ecotecnología de manera óptima, nos parece predispuesta al éxito en el resto de sus adopciones.

Aunque de manera breve, hemos revisado las implicaciones del aprendizaje con ecotecnologías y hemos buscado algunas categorías analíticas en enfoques industriales sobre el cambio tecnológico en las que se reconoce la posibilidad de la tecnología en la transformación del entorno y la innovación. Es interesante hacer notar que en estas investigaciones el papel de la experiencia y la capacidad humana son centrales para entender estos procesos. En el capítulo que sigue, además de describir los procesos metodológicos de nuestra investigación, explicaremos cuál es el terreno de la participación de la Sierra de Pénjamo y cómo diseñamos el estudio de caso microetnográfico con el que delimitamos las etapas de la práctica, los actores y las pautas.

CAPÍTULO II

EL TERRENO DE LA PARTICIPACIÓN

En este capítulo nos ocuparemos de explicar cómo fue el diseño de nuestro estudio de caso y cuáles fueron sus alcances. No se trata de un diseño preponderado, sino emergente, ya que tuvimos que seleccionar los métodos y procedimientos que favorecieran más nuestras búsquedas a través de los temas prefigurados y las preguntas de investigación con los que fuimos y volvimos del trabajo de campo.¹¹ Del mismo modo, diseñamos un estudio de caso para analizar lo más relevante y no caer en la trampa de que todo el material y todas las condiciones del trabajo de campo son dignos de análisis, ni tampoco forzar los datos para que encajen en ciertos marcos de interés o pensar que a mayor información analizada, mejor calidad de la investigación (Simons, 2010).

Todo esto tiene como antecedente que en cualquier documento como el que nos ocupa, es necesario explicar cuál es la relación entre lo qué estudiamos o queremos conocer/entender y cómo lo estudiamos; es decir, todos los investigadores debemos describir cuál es nuestra filiación epistemológica y metodológica. Nuestra filiación está ligada al paradigma cualitativo, interpretativo y socio-crítico; y nos asumimos como parte de éste porque compartimos la idea de Morin (1996) que para comprender un fenómeno, problema o tema de estudio, los hechos deben ser examinados de una forma multidimensional. De acuerdo con Morin (1996), “hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo (como el económico, el político, el sociológico, el afectivo, el mitológico) y que existe un tejido interdependiente, interactivo, e interrelacionado entre el objeto de conocimiento y su contexto, las partes y el todo y los partes entre ellas” (pág. 62). También, lo que asumimos del paradigma interpretativo, es que buscamos comprender, interpretar y explicar la realidad, los significados de las personas, las percepciones, las intenciones y las acciones (Gurdián-Fernández, 2007) y no buscamos “la verdad”.

El diseño del estudio de caso se configura a partir del caso mismo y su relevancia para el estudio, también lo configuran las decisiones metodológicas durante el trabajo de campo tanto como del análisis. Nos ocuparemos, en una primera parte del capítulo de describir el

¹¹ En el anexo 4 se puede consultar nuestro calendario de actividades del trabajo de campo 2010-2011.

contexto socio-cultural y ambiental de la Sierra de Pénjamo apoyados de algunos documentos de la AC CCSP, información del Instituto de Ecología de Guanajuato -ya que en el año 2010 la Sierra de Pénjamo fue declarada como área natural protegida-¹² así como de información sociodemográfica diversa que obtuvimos pro medio de una encuesta de uso y adopción de ecotecnologías¹³ que elaboramos para este fin así como para conocer otros proyectos similares que se realizaron entre 2005 y 2006 también en el estado de Guanajuato y que estuvieron a cargo de la Universidad de Guanajuato.¹⁴ También haremos una descripción socio demográfica y de servicios públicos de las familias involucradas en el proyecto y explicaremos como son las ecotecnologías implementadas: biodigestor (biogás), baños secos (baños ecológicos), estufas sin humo (estufas Lorena o Patsari) y cultivos biointensivos (huertos familiares). En esta última sección nos apoyaremos en las memorias fotográficas que elaboramos durante el trabajo de campo. Como parte del diseño del estudio de caso, es necesario tener siempre presentes las condiciones socio-económicas y ambientales de las comunidades de la Sierra de Pénjamo y de las familias participantes así conocer bien las ecotecnologías que han sido implementadas porque buscamos recrear una imagen, lo más completa posible, del espacio físico o el “terreno” de la práctica social de los actores de Pénjamo alrededor de las ecotecnologías.

En la segunda parte de este capítulo explicaremos cómo construimos nuestro estudio de caso, es decir haremos explícita nuestra metodología de investigación y análisis. En general, detrás de la investigación educativa y social que se ha propuesto entender y describir el mundo que nos rodea existe un gran debate sobre *la forma* en la que los investigadores debemos/podemos acercarnos a esa realidad y medirla, evaluarla, comprenderla o interpretarla. Es decir, detrás de cada investigación está implícita una forma en la que los investigadores abordamos los problemas/temas de estudio, así como las respuestas que buscamos. Los investigadores y la forma en la que planteamos nuestra investigación estamos ligados a un paradigma, entendido como conjunto básico de creencias que guían la acción (Lincoln y Guba 1985). Las preguntas sobre “qué” y “cómo” conocemos tiene implicaciones políticas, ya sea desde el paradigma positivista; predominantemente cuantitativo y el post-

¹² Se pueden consultar más datos en el portal del Instituto de Ecología de Guanajuato:

<http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protégidas/141/Sierra-de-P%C3%A9njam>

¹³ El formato de la “Encuesta de uso y adopción de ecotecnologías” se puede consultar el anexo 1.

¹⁴ La información completa sobre el proyecto 2005-2006 de transferencia de biodigestores a cargo de la Universidad de Guanajuato se puede consultar en el anexo 2.

modernista; predominantemente cualitativo,¹⁵ sin sugerir que los procedimientos metodológicos en general, pertenezcan o no a un paradigma, pero sí son más familiares a uno que otro. Los paradigmas y sus característicos procedimientos de estudio han tenido encuentros y desencuentros que no siempre han favorecido la generación de más conocimiento, sino que se han entrampado en batallas en busca de validación de un método o de otro y en debates sobre la posibilidad que tienen de mostrar o no evidencias de la realidad. Ese es un escenario permanente con el que todos los investigadores nos encontramos –y también, en ocasiones, nos perdemos- y en el que debemos hacer un ejercicio consciente para explicitar nuestro paradigma, elegir entre las distintas comunidades interpretativas y reconocer la tradición desde la que partimos. Esa será nuestra labor en la última parte de este capítulo y aunque las rutas pueden ser diversas, es importante que en nuestros propios estudios estén definidas claramente, se entiendan a través del tiempo y se tomen como posturas consistentes para comprender y explicar la realidad, lo que hace necesaria una especialización en el/los discursos de cada paradigma (Denzin, 2008).

Contexto general: escenario del proyecto de transferencia de ecotecnologías y contexto de la Sierra de Pénjamo.

La Sierra de Pénjamo se extiende por las localidades de Pénjamo, Manuel Doblado y Cuerámara, Guanajuato. Su altitud varía de los 1,700 hasta 2,500 metros sobre el nivel del mar. Es una zona natural templada y medianamente húmeda que se organiza alrededor de la micro-cuenca hidrológica del Sauz con más de 4 mil hectáreas. Sólo la parte alta de la micro-cuenca se compone de 3,108 hectáreas de las cuales el 15% son de uso agrícola, 53% agostaderos, 31.5% uso forestal y 0.5% uso urbano. La agricultura implementada es de temporal y los principales cultivos son maíz y frijol. El ganado es bovino, ovinos, caprinos y equinos (usado como medio de transporte, carga y alimentación). Los beneficios materiales que los pobladores aprovechan de los bosques son la leña, hongos, tierra de encino, plantas y animales de uso medicinal y alimento. La alimentación de la población es a base de maíz,

¹⁵ En la actualidad se habla también de un tercer momento metodológico, relacionado a los métodos mixtos de investigación. Para conocer más sobre el debate se sugiere consultar: Denzin, Norman (2008). Los nuevos diálogos sobre paradigmas y la investigación cualitativa. Un compromiso en la relación universidad-sociedad. Reencuentro, 052, 63-76. México: UAM.

frijol, manteca, huevo, leche y sus derivados. Un 85% de la población ha migrado a los Estados Unidos y los servicios básicos son reducidos: el agua se obtiene de embalses y bordos, algunas casas tienen luz eléctrica, la mayoría tiene paneles solares y ninguna vivienda tiene servicios sanitarios (CCSP, s/f). Como referencia general, no podemos olvidar que en estas comunidades, como muchas comunidades rurales en México los individuos que producen para la subsistencia en situaciones de pobreza y pobreza extrema, se apoyan en la fuerza de trabajo familiar y comunitaria (Castro, 2006). Los campesinos forman parte del 80% de la población mexicana considerada como pobre (CONEVAL, 2012) y aunque por mucho tiempo, los campesinos mexicanos se han sobrepuesto a algunas de las condiciones estructurales tradicionales de opresión por medio de múltiples estrategias como “el trueque, mano vuelta, reducción del consumo familiar hasta el límite de la supervivencia, empleo temporal y migración” (Castro, 2006, pág. 48) su producción está tendencialmente orientada a la subsistencia de la familia o la unidad doméstica que en ocasiones alcanza solo la autosuficiencia.

Desde hace más de 8 años la AC CCSP lleva a cabo un proyecto integral de recuperación de la micro-cuenca pensado en varias fases. La investigación-acción más amplia realizada desde el año 2006, tiene como objetivo: “reconocer y revalorar los recursos potenciales y que sean la base de las acciones para el mejoramiento de la calidad de vida comunitaria, maximizando los recursos naturales locales y minimizando el uso de recursos externos; no agrediendo ni depredando el medio ambiente y la cultura locales. Y con ello contribuir a mejorar la compleja problemática que se vive en la Sierra de Pénjamo, Gto.” (CCSP, 2007, pág. 7). Una estrategia fundamental que la AC se propuso para el cumplimiento de ese objetivo fue la transferencia de ecotecnologías que pudieran mejorar la salud y la calidad de las familias, que abastecieran algunos servicios básicos, redujeran la tala de árboles y contribuyeran a la producción de energía de fuentes renovables.¹⁶ Sobre decir que este objetivo concuerda con los lineamientos internacionales que sugieren que la mejora de los niveles de desarrollo humano y vida digna, de cualquier población, dependen en gran medida del acceso a fuentes de energías fiables y económicas (García, 2008).

¹⁶ La misión de la AC CCSP es: “acompañar a las comunidades de la Sierra de Pénjamo en su desarrollo con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes maximizando sus recursos locales y minimizando el uso de recursos externos, sin agredir, ni depredar al medio ambiente y las culturas locales”. Sobre el plan integral para la Sierra de Pénjamo, consideran cuatro líneas de acción: investigación, intervención comunitaria, recursos naturales y educación ambiental” En: http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/guanajuato_voll.pdf

A nivel estatal, el proyecto de transferencia de ecotecnologías a las comunidades de la Sierra de Pénjamo, forma parte de una política pública de innovación, tecnología y desarrollo implementada, en el año 2004, por el Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Guanajuato (CONCYTEG)¹⁷ en particular dentro de la *Red de Energías Renovables*.¹⁸ Miembros de esa red, que a su vez pertenecen a la Universidad de Guanajuato, establecieron un vínculo con la AC CCSP y ésta obtuvo los recursos financieros para llevar a cabo el proyecto a nivel local, por medio de la Secretaría de desarrollo social (SEDESOL) y el Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL) a través del Programa de Coinversión Social (PCS) 2009-2010 y 2010-2011¹⁹.

Tabla 1
Datos generales de las siete comunidades de la micro-cuenca El Sauz en la Sierra de Pénjamo, Guanajuato

Comunidad [∞]	Fecha de fundación	No. de familias	No. de habitantes	Total hombres	Total mujeres	Centros educativos
Tierras negras	1790	52	274	139	135	Preescolar, Primaria, telesecundaria y videobachillerato (VIBA)
El Zarco	1860	11	19	11	8	Primaria y preescolar
Las Paredes	1900	39	165	80	85	Preescolar y primaria
Panzacola	1925	4	16	6	10	Ninguno
Piedra parada	1927	6	19	11	8	Ninguno
Las Pomas	1940	9	48	14	34	Primaria
El Manzano	1973	2	11	4	7	Ninguno
Total:		123	552	265	287	

[∞] Ordenadas por fecha de fundación

Fuente: Cuerpos de conservación Sierra de Pénjamo, 2007.

¹⁷ Redes de innovación CONCYTEG: <http://www.concyteg.gob.mx/index.php?r=contenido/redesInnovacion.php>

¹⁸ En la actualidad la red de energías renovables han desaparecido. Algunos documentos relacionados a la red de energías renovables aún pueden consultarse en:

<http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario/publicaciones/gaceta.pdf>

También el informe de actividades de CONCYTEG 2009 está aún disponible en:

http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/InformeActividades/INFORME_DE_ACTIVIDADES_2009.pdf

¹⁹ Con el financiamiento obtenido en SEDESOL la AC CCSP puede cubrir los costos de materiales, pero no los de mano de obra del técnico que ellos contratan, esos gastos quedan a cargo de las familias participantes.

Las siete comunidades elegidas por la AC CCSP y que conforman la micro-cuenca hidrológica El Sauz son: Tierras negras, El Zarco, Las Paredes, Panzacola, Piedra parada, Las Pomas y el Manzano. En la Tabla 1 se pueden observar algunos datos generales sobre estas comunidades que conforman una población total de 552 personas distribuidas en 123 familias.

Tabla 2
Familias y ecotecnologías instaladas por la AC CCSP hasta mayo 2011

Comunidad	Biodigestores	Baños secos	Fogón sin humo	Camas cultivo biointensivo	Familias beneficiadas	Número personas en vivienda
Tierras negras	1	-	-	-	F1-BFR	6
	1	1	-	1	F2-MVR	6
El Zarco	1	-	1	1	F3-MBG	4
	1	-	-	-	F4-OB	3
	1	-	1	1	F5-LB	6
	1	-	1	1	F6-SBR	7
	1	-	-	-	F7-CJBC	5
Las Paredes	1	-	1	-	F8-BMG	5
	1	1	2	1	F9-SCM	10
	1	1	1	1	F10-RHV	7
	1	1	1	1	F11-MSV	6
	1	1	1	1	F12-MCH	7
	1	1	-	-	F13-AVG	3
	-	1	-	1	F14-RCM	3
	-	-	-	1	F15-LLC	6
	-	-	-	1	F16-CSC	4
Panzacola	-	-	-	1	F17-JC	4
Piedra Parada	1	-	-	-	F18-LVJ	3
Las Pomas*	-	-	-	-	-	-
El Manzano*	-	-	-	-	-	-
Total	14	7	9	12		124

* El plan 2011-2012 considera 2 a 4 biodigestores más para estas tres comunidades

Fuente: Uribe, 2011. Datos proporcionados por la AC CCSP, observaciones de campo y encuesta de uso y adopción de ecotecnologías

Hasta inicios del año 2011, la AC CCSP había instalado 14 biodigestores²⁰, 7 baños secos, 8 fogones sin humo y 12 camas de cultivos biointensivos, con esto lograban atender y resolver un problema de abasto de energía, servicios sanitarios, alimentación y salud de 18 familias y 124 personas, lo que representa un 22% de esa población. Además, miembros de esas y otras familias han participado también en diversos talleres de producción de composta, bocashi, caldos minerales y cultivos orgánicos²¹ que desde el año 2008 la AC CCSP realiza en las distintas etapas de sus proyectos.²²

El terreno de la participación: las familias y las ecotecnologías

Gran parte de la información sociodemográfica que tenemos sobre las familias participantes en el proyecto de transferencia de ecotecnologías la obtuvimos por medio de una encuesta de uso y adopción de ecotecnologías que elaboramos para este fin y con la que buscamos tener cierta uniformidad en los datos sobre la frecuencia de uso de los biodigestores y del resto de las ecotecnologías que cada familia iba implementando, así como tener datos más precisos sobre las condiciones generales y socio-económicas de las familias de Pénjamo y de sus viviendas. Con este instrumento pudimos encuestar a 10 de las 14 familias que tienen biodigestores (70%) y también lo utilizamos para conocer la situación actual (en el 2010) de un proyecto similar que había sido realizado por la Universidad de Guanajuato en diferentes comunidades del estado entre los años 2005 y 2006.²³ Otra parte de los datos obtenidos son producto de nuestras observaciones durante el trabajo de campo realizado entre 2010-2011 y que está documentado con fotografías, textos de entrevistas y conversaciones informales con

²⁰ En el año 2009 se instalaron 2 biodigestores, y en el año 2010 se instalaron 12 biodigestores más. Aunque el plan de trabajo para el 2011-2012 incluía la instalación de 2 a 4 biodigestores más, eso realmente dependía de los recursos aprobados en las convocatorias SEDESOL-INDESOL en las que la AC CCSP participa. Las familias que quedaron en espera para el ciclo 2011-2012 pertenecían a las comunidades de Panzacola, Las Pomas y El Manzano.

²¹ La producción de composta, bocashi, caldos minerales y cultivos orgánicos son procedimientos alternativos al cultivo y la siembra con fertilizantes y pesticidas químicos. Consisten en la producción de materiales enriquecidos con microorganismos. Para conocer más sobre estos procedimientos se recomienda el sitio web del Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas (CEUTA) que tiene información muy completa al respecto y que es una fuente de información de la misma AC CCSP. <http://www.ceuta.org.uy/marcos/documentos.html>

²² Desconocemos la cifra total de personas atendidas en estos cursos, pero sabemos por nuestra experiencia de campo que cada convocatoria de la AC congregaba alrededor de 15-20 personas por cada ocasión.

²³ La información completa sobre ese proyecto puede consultarse en el Anexo 2.

los actores de la AC CCSP y los campesino, así como de la propia experiencia en los procesos de instalación de las ecotecnologías (observación y registro).

Suponemos que por las similitudes en su orografía, clima y organización social las condiciones de estas 10 familias encuestadas deben ser muy similares a las del resto de las familias que viven en la Sierra de Pénjamo. En las familias encuestadas encontramos que todos son campesinos y que obtienen gran parte de sus ingresos del cultivo de la tierra y de la crianza y venta de animales. Al menos en la mitad de las familias uno de los varones y solo dos mujeres han migrado temporalmente a los Estados Unidos por razones de trabajo. En la Tabla 3 presentamos un resumen de la información sociodemográfica más relevante de las familias encuestadas.

Tabla 3
Datos demográficos de las 10 familias encuestadas en 2011

Familias encuestadas	No. de personas en la vivienda	Edad	Años de estudio	Migración a EUA
F2-MVR	6	46	3	no
		18	15	no
		16	12	no
		13	9	no
		8	5	no
		6	3	no
F3-MBG	4	31	9	no
		27	9	no
		9	7	no
		6	3	no
F4-OB	3	19	12	no
		30	6	no
		3	0	no
F5-LB	6	28	9	no
		29	6	no
		8	6	no
		6	3	no
		4	1	no
		2	0	no
F8-BMG	5	57	0	si
		47	0	si
		25	12	si
		6	4	no
		4	1	no
F9-SCM	10	56	0	si
		58	0	no
		18	15	no

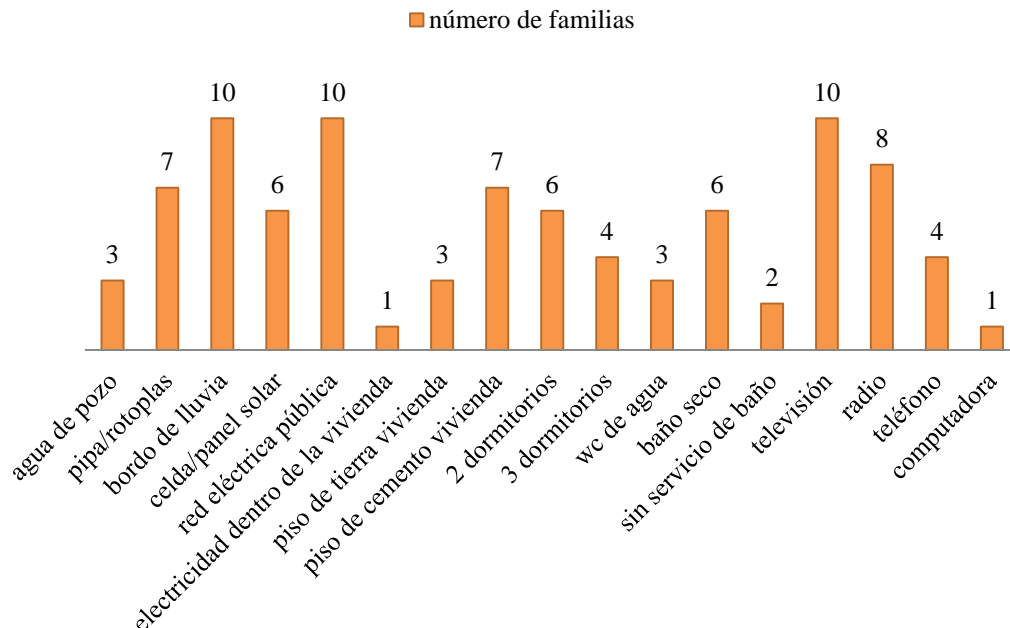
		15	14	no
		5	1	no
		23	12	si
		16	13	no
		18	12	no
		1	0	no
		20	12	si
F10-RHV	7	82	0	no
		80	0	no
		41	6	no
		40	9	no
		36	6	no
		14	11	no
		8 m	0	no
F11-MSV	6	46	4	no
		46	0	si
		22	17	no
		20	16	no
		17	14	no
		8	6	no
F12-MCH	7	71	0	si
		72	0	si
		23	15	si
		22	12	no
		35	9	no
		27	6	no
		5	3	no
F18-LVJ	3	56	5	no
		62	5	si
		20	9	no
Total de personas	57	26.7 edad promedio	6 años escolaridad promedio	

Fuente: Uribe, 2011 Datos de la encuesta de uso y adopción de ecotecnologías.

Entre las 10 familias encuestadas tenemos un grupo de 57 personas que representa el 12% de la población total de las siete comunidades que conforman la micro-cuenca El Sauz. De esas 57 personas 32 son mujeres y 25 varones. La edad promedio del grupo es de 26.7 años. Casi la mitad del grupo son niños o jóvenes menores de 18 años (25 personas). La escolaridad promedio de todo el grupo es de 6 años (lo que equivale a 3 años de kínder y 3 años de primaria). Notamos que las personas de mayor edad no tienen ni un año de estudio y es en ese mismo grupo de personas en las que ha habido migración temporal a los EUA (al menos 5 familias tienen uno o dos miembros que han migrado temporalmente a los Estados Unidos y son mayores de 50 años).

Sobre los servicios públicos encontramos que la mayoría de las 10 familias encuestadas recolectan agua de lluvia en los bordos que quedan a una distancia de 100 y los 500 metros de cada vivienda. Esa agua que no es para consumo humano, llega a las viviendas a través de mangueras, con ayuda de la presión natural. En ocasiones cuando los bordos pierden el nivel óptimo que mantiene esa presión es necesario acarrear el agua de los mismos bordos a la vivienda (trabajo que hacen tanto varones como mujeres) o trasladarse hacia el río (lo cual, dependiendo de la ubicación de cada vivienda puede tomar una o dos horas a pie). El agua para consumo humano se compra por pipas y se almacena en recipientes tipo rotoplas de 5 mil a 10 mil litros. En la comunidad del El Zarco, a la que pertenecen 3 familias participantes, tienen manantiales o pozos de agua y tienen instalaciones sencillas de entubado de agua, no recolectan agua en bordos y tienen WC de agua, así como agua de llave en la cocina. Siete de las 10 familias encuestadas tienen baños secos que fueron instalados por la AC CCSP y dos familias carecen de algún sistema sanitario.

Tabla 4
Servicios básicos de las 10 familias encuestadas en 2011



Como se aprecia en la Tabla 4 solo una de las viviendas, localizada en la comunidad de Tierras Negras, está conectada a la red eléctrica debido a que el alumbrado público en la Sierra es un proyecto gubernamental que comenzó en el año 2010 y en nuestra última visita de

campo²⁴ la red eléctrica pública comenzaba a funcionar. La energía eléctrica que obtienen la mayoría de las familias es través de celdas solares que adquirieron en un programa del gobierno local en el 2007. Las celdas solares tienen un pequeño transformador de electricidad y la energía obtenida se usa en los aparatos electrónicos más que para la iluminación. Todas las familias tienen televisores, muchas tienen también radio, algunas tienen teléfono fijo y una familia tiene una computadora (laptop). En las observaciones de campo percibimos que solo algunas viviendas usan esa electricidad también para iluminar las cocinas con focos muy pequeños que van de los 6 a los 12 watts. Por último, sobre las condiciones generales de la vivienda podemos agregar que la mayoría de las unidades domésticas tiene piso de cemento y al menos dos recamaras o habitaciones.

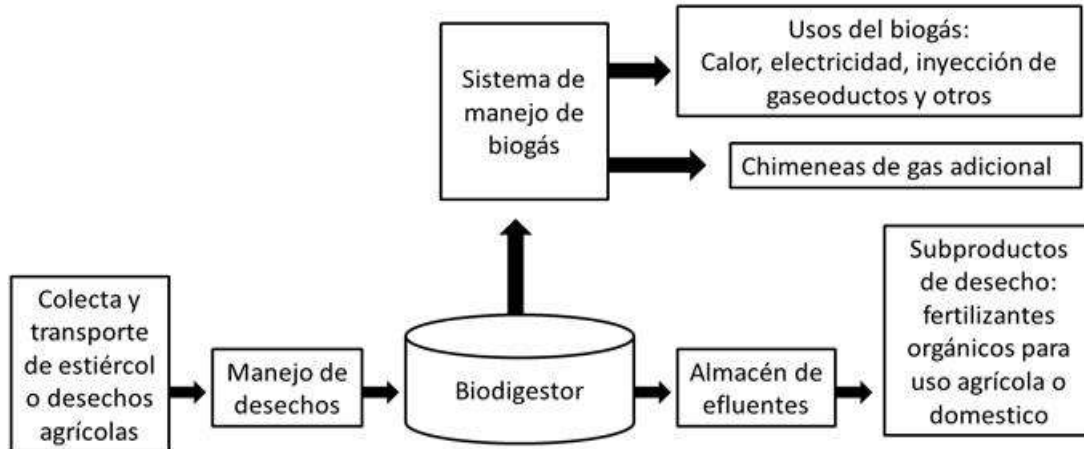
Por las observaciones realizadas en la Sierra de Pénjamo sabemos que los biodigestores son la ecotecnología que han tenido una mayor implementación y alcance. Esta será una de las razones por las que en el diseño de estudio de caso los biodigestores son el eje principal de la participación y el resto de las ecotecnologías serán consideradas como secundarias. De cualquier modo, haremos una breve descripción de cada una de las ecotecnologías implementadas por la AC CCSP así como una documentación fotográfica.

El biodigestor, tecnología de biogás o biomasa es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de materia orgánica como el estiércol animal. La digestión anaerobia se realiza entre las bacterias que ya habitan en el estiércol y que la transforman en biogás. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas o en electricidad utilizándolo como alimento de un motor que genere electricidad. El lodo de desecho de los biodigestores se conoce como biol-fertilizante y está considerado de la misma importancia que el biogás ya que provee de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas (Martín Herrero, 2007). Considerando la importancia que ha tenido el biodigestor en Pénjamo y tomando en cuenta que es una tecnología ampliamente usada en el mundo nos propusimos hacer una descripción más detallada de la misma y conseguir datos de su uso e impacto socioeconómico en la Unión Europea, Asia, Estados Unidos y México y en el que encontramos grandes diferencias en costos, usos y aprovechamiento del biogás.²⁵

²⁴ El 14 de mayo de 2011, el sistema público de electricidad tenía menos de una semana en funcionamiento.

²⁵ Más información sobre la tecnología del biogás/biodigestores se puede consultar en los Anexos 2 y 3. El Anexo 2 es sobre proyectos de transferencia de biodigestores realizados en el Estado de Guanajuato a cargo de la

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS



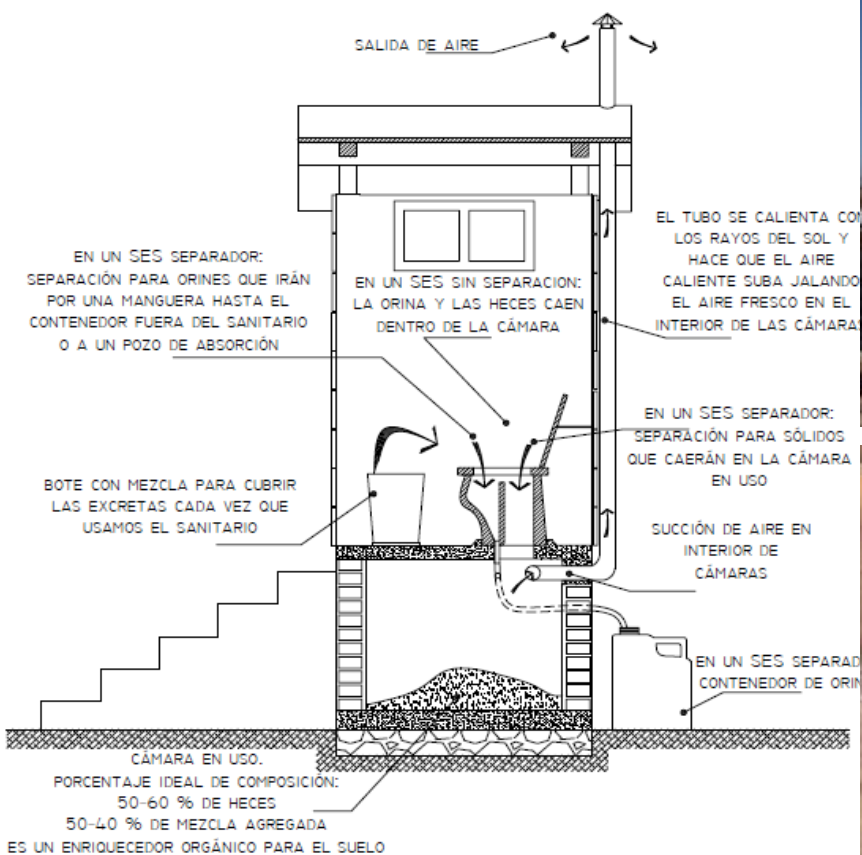
Fuente: EPA <http://www.epa.gov/agstar/anaerobic/ad101/index.html>
Traducción y adaptación de la autora.



Fuente: memoria fotográfica del trabajo de campo 2010-2011

Universidad de Guanajuato. El Anexo 3es un estudio más amplio se encontrarán datos técnicos, comparativos, gráficas, y explicaciones sobre la tecnología de biogás/biodigestor y los sistemas de producción de biogás en diferentes lugares del mundo y en México.

Los baños secos o baños ecológicos son un sistema de manejo de residuos humanos sin agua.²⁶ El producto final es utilizable y valioso para el suelo. No causa daños medioambientales porque no necesita conectarse a un sistema de aguas residuales ni de saneamiento y no contaminan el subsuelo. Para su uso se emplea una taza de excusado especial para separar la orina de las heces fecales. La orina básicamente no contamina y puede ser recolectada para ser usada como fertilizante, previamente diluida. Las heces fecales por otro lado, se dejan secar en una cámara ventilada, después de un periodo aproximado de seis meses esta materia se puede usar para fertilizar árboles frutales (no hortalizas).



Fuente: <http://dientedeleon-permacultura.blogspot.mx/2012/04/bano-ecologico-seco-o-bano-seco.html>

Fuente: memoria fotográfica del trabajo de campo 2010-2011

²⁶ Más información sobre los baños secos se puede consultar en: <http://ecotecnologiasparaelbienestar.wordpress.com/eco-tecnologias/banos-secos/>

Los fogones sin humo, también conocidos como estufas Lorena o Patsari²⁷ son estufas o fogones que permitieran mejorar la quema de la leña a través de una cámara de combustión que separa y aísla los químicos que producen toxicidad. Se elaboran con una mezcla principalmente hecha de lodo, arena, cal y paja. Se caracterizan por conservar el calor y con la ayuda de un tubo/salida logran expulsar el humo fuera del área de preparación de la comida lo cual tiene beneficios significativos para la salud de todos los miembros de la familia, pero en especial de las mujeres. Es una tecnología intermedia que guarda el calor, conserva la salud y cuida los bosques.

Antes y después de la instalación del fogón sin humo vivienda F11-MSV

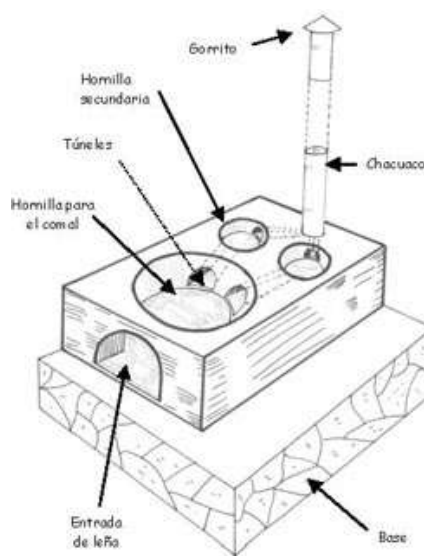


Figura 1. Estufa Lorena



Fuente: memoria fotográfica del trabajo de campo 2010-2011

Los cultivos biointensivos o huertos familiares se caracterizan por ser un sistema de cultivo sustentable a pequeña escala y que está enfocado al autoconsumo y la mini-comercialización.²⁸ Para un uso sustentable del suelo, se recomienda no usar insumos externos ni fertilizantes, hacer una preparación profunda del suelo con composta y organizar el espacio

²⁷ Más información sobre las Estufas Patsiri se puede consultar en: <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/GacetaJunio2012/Paginas/LaestufaPatsari.aspx>

²⁸ Más información sobre los cultivos biointensivos se puede consultar en: <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/educacionambiental/publicaciones/El%20Huerto%20Familiar%20Biointensivo.pdf>

con siembra cercana y siembra sinérgica de combinaciones de cultivos, utilización de semillas de polinización abierta y un sistema de cultivo interrelacionado e integral (Jeavons, 2002).

1. Preparación y germinación de las semillas



2. Preparación de las camas de cultivo



3. Producción



4. Cosecha



Fuente: memoria fotográfica del trabajo de campo 2010-2011

Aunque algunas ecotecnologías son más complejas que otras, en general con estos datos podemos entender cómo es que se configura el terreno de la actividad que nos interesa estudiar. Como dijimos anteriormente estas ecotecnologías se caracterizan por tener un bajo impacto ambiental, por utilizar al máximo los materiales o energías locales y renovables y reducir el costo de la obtención de energía/gas. Al hacer uso de recursos locales se asume que

son tecnologías fácilmente transferibles. Pero un asunto que para nosotros es más relevante es que estas ecotecnologías requieren de una gran cantidad de actividad humana para su funcionamiento y esa actividad es la que hace posible que miremos esta experiencia como una práctica social delimitada. Es importante señalar que los actores de la Sierra de Pénjamo están habituados a llevar a cabo labores cotidianas que requieren de mucho tiempo o dependen de muchas actividades encadenadas. Durante nuestras observaciones de campo nos dio la impresión de que para ellos, implementar sistemas como estos, no representa necesariamente una mayor carga de trabajo o, esa carga de trabajo está justificada porque reduce los costos de obtención de biogás o mejora la calidad de los alimentos. Se puede afirmar que hay tecnologías que requieren mayor intervención humana que otras, de hecho la distinción que Dron (en Morfín, 2003) hace entre las tecnologías del aprendizaje duras o blandas está basada en el grado de actividad humana de la que dependen para su ejecución. Las tecnologías blandas son aquellas que “requiere de intervención humana para lograr los propósitos para la que se diseñó; es decir, es flexible y necesitada por lo que soporta creatividad y cambio. En cambio, la tecnología dura es rígida y completa, en tanto que contiene los procesos y métodos para lograr el propósito para el que es diseñada.” (*ídem*, s/n). Esta posibilidad de cambio, creatividad y flexibilidad de las ecotecnologías es evidente en las actividades de quienes participan en su implementación en la Sierra de Pénjamo. Desde la instalación, funcionamiento total, mantenimiento o adaptación estas ecotecnologías se abren un abanico de posibilidades en la práctica que tiene un valor analítico importante para nosotros. Con base en estas posibilidades de construcción de un entorno para la práctica social de las ecotecnologías es que nosotros diseñamos y configuramos el estudio de caso microetnográfico que revisaremos en la siguiente sección.

Diseño del estudio de caso: un estudio microetnográfico

La metodología cualitativa y el estudio de caso, se caracterizan por la posibilidad de investigar sobre un problema social al mismo tiempo que es posible elaborar mejor los temas prefigurados así como reflexionar sobre el entendimiento del tema. En particular el estudio de caso es un método pertinente cuando queremos comprender los elementos que están

relacionados de manera compleja y no causal, con el contexto y el entorno (Yin, 2003; Creswell, 2007), permite estudiar de forma exhaustiva la experiencia, documentar múltiples perspectivas “explicar cómo y por qué ocurren las cosas” e investigar y comprender el proceso y la dinámica del cambio (Simons, 2010). Sabemos que no es lo mismo hablar de estudio de caso y de investigación cualitativa, pero reconocemos que de alguna forma están relacionados. Al menos, el estudio de caso etnográfico se alimenta de estrategias de investigación cualitativas. Siguiendo las ideas de Simons (2010) consideramos que el estudio de caso “es una investigación exhaustiva y desde múltiples perspectivas de la complejidad y unicidad de un determinado proyecto (...) en un contexto “real”. Se basa en la investigación, integra diferentes métodos y se guía por las pruebas. La finalidad primordial es generar una comprensión exhaustiva de un tema determinado (...) para generar conocimientos” (pág. 39).

Los estudios de caso también se caracterizan por no depender del tiempo, ni estar limitados al método, aunque una vez elaborada la investigación y el análisis escrito parece como si el caso quedara suspendido en el tiempo (Simons, 2010) también tienen la virtud de traducir el tiempo “real” en un relato coherente y lineal producido para fines analíticos. Para nuestro tema de estudio esta flexibilidad fue fundamental ya que las fases de investigación o de trabajo de campo del proyecto en la Sierra obedecieron a los tiempos y calendarios de la AC CCSP, a sus capacidades y disponibilidad de sus recursos, así como a las necesidades de los usuarios en la Sierra de Pénjamo. Sin embargo para la elaboración de este documento y el análisis previo fue necesario delimitar todo el material y dejar a un lado la configuración que éste tomó en la práctica para presentarlo como un sistema lineal y acotado (*bounded system*) (Stake, 2005).

Conociendo la amplia discusión que hay en relación a los tipos de estudio de caso y sus implicaciones, aceptamos que es oportuno delimitar el tipo de estudio de caso al que nos adherimos. Aunque cada investigador aporta su toque personal al estudio y también cada circunstancia social que se investiga está atada a sus propias dinámicas es ineludible identificarnos con uno u otro tipo de estudio de caso. Consideramos que nuestra propuesta de estudio de caso es la del estudio de caso microetnográfico, el cual emplea métodos comunes a la etnografía clásica (como la observación participante y la entrevista), se centran en un programa particular -sin dejar a un lado el esfuerzo de comprender el contexto sociocultural y tiene en cuenta conceptos de la cultura (Simons, 2010). Es necesario decir que no es una

etnografía en el sentido pleno del término porque no está sustentada en descripciones de las actividades y el contexto sociocultural, no se elaboró por un periodo de tiempo considerable o amplio, ni pretende la comprensión de un modo de vida particular, entre otras cosas. Lo que sí haremos es recuperar la experiencia por medio de historias o relación de hechos, fragmentos de entrevistas y datos como las fotografías, hasta crear una descripción detallada de una observación o la interpretación que hacemos de ésta (Simons, 2010).

En el diseño de nuestro estudio de caso microetnográfico ubicamos dos momentos: las estrategias o procedimientos de investigación y el análisis y la reflexión escrita. Sobre las estrategias del trabajo de campo y la configuración del estudio hablaremos un poco más adelante. Acerca del análisis y escritura de los textos o reportes de investigación reconocemos que los alcances dependen de la capacidad de análisis, de organización, condensación y descripción que tenga el investigador, tanto como la posibilidad de comunicar ese proceso por escrito, es decir, para comprender la lógica del aprendizaje de los actores de Pénjamo es necesario comprender cómo piensan, sienten y actúan y más tarde transformar esa información por escrito. El papel del investigador en el trabajo de campo y su capacidad analítica también son factores muy importantes para dar un sentido teórico al estudio de caso. Parece ya un requisito obligado discutir sobre el tema de la subjetividad cuándo nos colocamos en un paradigma cualitativo de investigación o estudio de caso. Al asumirnos como investigadores cualitativos estamos aceptando que conocemos y/o valoramos la realidad que nos interesa sin dejar de ser parte de ella. Sabemos que formamos parte de una "circularidad hermenéutica objetividad-subjetividad" en la que ni el sujeto ni el objeto se desconectan de la relación epistemológica. El papel del investigador ("sujeto") no es mantenerse al margen de lo que observa, sino formar parte del "objeto" de estudio (Gurdián-Fernández, 2007). Reconocemos que, de esa relación dialéctica que se lleva a cabo en el plano de la investigación, se elabora un documento escrito que no deja de ser subjetivo y que puede estar cargado de valores y prejuicios que estamos abiertos a discutir. La búsqueda de sentido de cualquier estudio de caso comienza en el proceso mismo de configuración y de escritura porque con ello logramos dar orden y significado a nuestra experiencia y a lo que somos capaces de recuperar de la experiencia de otros actores. Los estudios de caso nos permiten contar una historia desde su lógica particular y para eso, es necesario construir/configurar ese caso como un sistema acotado, con el cuál logremos nuestro objetivo.

Sobre las estrategias o procedimientos de la investigación debemos señalar que los datos provienen de diferentes etapas del trabajo de campo,²⁹ en las cuales tuvimos la posibilidad de observar y documentar los sucesos de primera mano, principalmente porque participamos directamente en la instalación de algunos biodigestores, lo que a su vez nos dio un espacio propicio para hacer entrevistas o entablar conversaciones informales sobre las actividades que cada actor realizaba. Además tuvimos siempre la ventaja de llegar a las comunidades de la mano de los actores de la AC CCSP, participar con ellos y como ellos, y por lo mismo recibir también todas las atenciones que los actores de las comunidades les brindan.³⁰ En muchas ocasiones las entrevistas o conversaciones se llevaron a cabo durante las instalaciones y en muchas otras durante las comidas a las que éramos invitados. Esta dinámica de familiaridad entre los actores de la AC y los de la comunidad fue aprovechada a nuestro favor para hacer la documentación fotográfica y en audio, previamente acordada con todos ellos, y que en nuestros fines de investigación es considerada como una estrategia de apoyo para documentar las actividades observadas y las formas de pensar recuperadas en las entrevistas.

También elaboramos diarios de las visitas de campo en los que rescatamos la secuencia de eventos, los datos relevantes y observaciones generales sobre la actividad y el contexto socio-cultural. Además, como lo señalamos en la sección anterior elaboramos una encuesta por medio de la cual obtuvimos datos concretos sobre las condiciones socio-económicas de las viviendas y registros de frecuencias y uso las ecotecnologías, principalmente de los biodigestores.³¹ Durante las entrevistas realizadas a lo largo del trabajo de campo siempre tuvimos en cuenta que éstas son un proceso comunicativo de saberes y conocimientos con los que se construye el sentido de la conducta individual o del grupo de referencia del individuo. Las entrevistas han sido siempre una herramienta muy valiosa, no sólo en investigación, sino en muchos otros contextos y su relevancia se debe, en gran parte, porque recrean espacios dinámicos e interactivos de conversación y comunicación (Angrosino y Pérez, 2000). El

²⁹ Se sugiere ver el anexo 5 en el que exponemos el calendario de actividades del trabajo de campo 2010-2011.

³⁰ Todas las visitas de campo que realizamos fueron sobre acuerdo con los miembros de la AC CCSP, con los criterios que ellos determinaron y siguiendo los objetivos que ya tenían planeados dentro de su programa general de intervención en la Sierra de Pénjamo. Nunca realizamos una visita a la Sierra por nuestra propia cuenta. La ventaja que esto no dio es que los actores de las comunidades se mostraron siempre abiertos a participar con nosotros, la desventaja es que el tiempo de visitas y el periodo de duración del trabajo de campo tuvo que sujetarse a lo que la AC CCSP accedió.

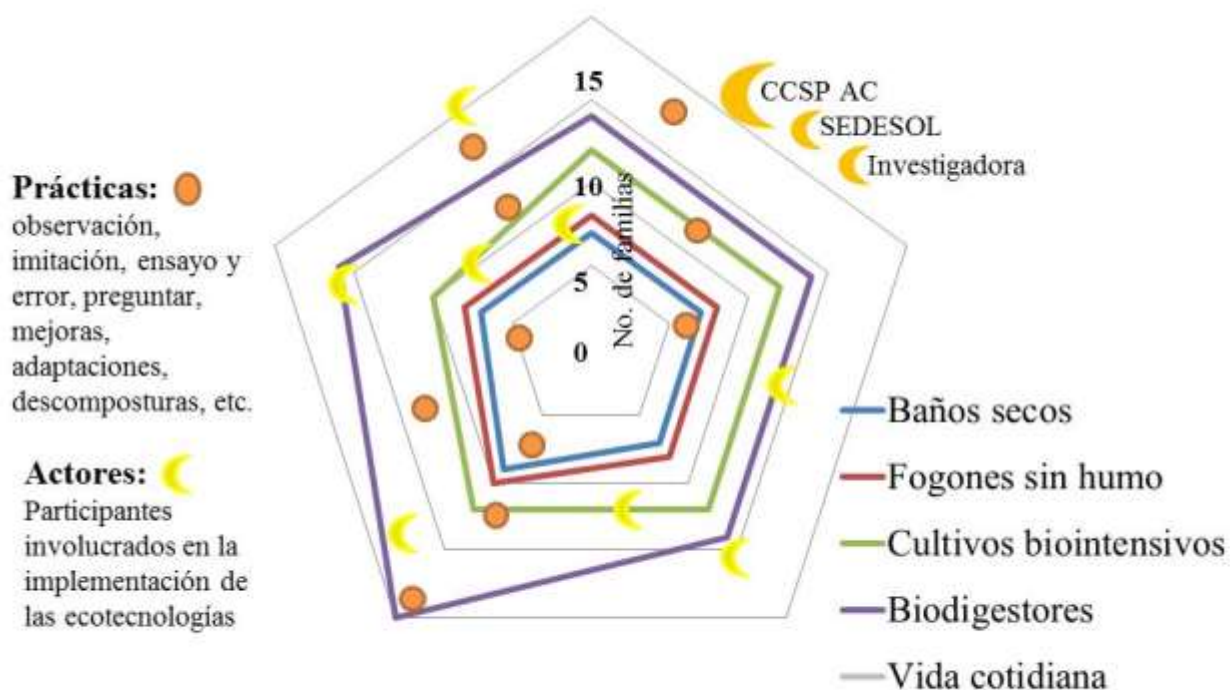
³¹ Para conocer más sobre la información de la encuesta, se sugiere ver el anexo 1.

lenguaje es el medio de comunicación principal de la entrevista y con él todos los actores somos capaces de traducir y compartir la experiencia (Berger y Luckman, 1995). La participación directa en las instalación de biodigestores o de otras ecotecnologías, así como las conversaciones y observación nos permitieron centrarnos en la reflexión y el proceso constructivo que todos los participantes hacen sobre su entorno y en cómo ellos mismos entienden “esa realidad”.

Todas las herramientas y estrategias de investigación antes descritas nos dieron una mirada multivocal de la investigación, es decir, en la medida de lo posible logramos tener en cuenta la voz de todos los participantes. También esta diversidad de materiales, en el momento del análisis y el diseño del estudio de caso fue útil para ver una misma situación desde diferentes ángulos, o lo que se entiende cualitativamente como triangulación de los datos. Por ejemplo, los diarios de campo, considerados como narraciones o interpretaciones de la observación, fueron una fuente de información importante para configurar gran parte de la descripción del lugar que “estudiamos/observamos” así como de sus interacciones (descrito en la sección anterior: terreno de la actividad). Los diarios, respaldados por las memorias fotográficas de cada visita de campo, a su vez tienen como evidencia las entrevistas audiograbadas (en los casos en que se logró el consenso) y nos dieron siempre la posibilidad de reflexionar e interpretar el material en diferentes niveles de profundidad. Las memorias fotográficas y las grabaciones de audio no tenían otra intención que la de hacer evidente la práctica social. No pretendemos hacer un análisis simbólico de la imagen, ni un análisis lingüístico de las entrevistas, lo que buscamos es utilizar correctamente ese material como evidencias del contexto mismo y de nuestras interpretaciones enmarcadas en el estudio de caso microetnográfico que nos ocupa.

Hasta este momento hemos descrito el terreno general de la práctica de participación, configurado por las ecotecnologías de la Sierra de Pénjamo, el cuál esquematizamos en la Imagen 1.

Imagen 1
Terreno de la práctica social configurada por las ecotecnologías



Fuente: Uribe, 2013

En general el terreno de la práctica social configurada por las ecotecnologías se compone de actores y prácticas relacionadas con el uso de herramientas en la vida cotidiana. En adelante explicaremos cómo configuramos nuestro estudio de caso microetnográfico construido desde este terreno, pero por ahora nos centraremos en la explicación del objetivo del estudio de caso y las preguntas de investigación que son las dos vertientes que dieron forma a nuestro caso. Principalmente nuestro estudio de caso se configura a partir de mirar los datos a la luz de la teoría y las preguntas de investigación, así como de las conjeturas, las reflexiones personales y la necesidad de comunicar ese proceso por escrito. El estudio de caso microetnográfico de la práctica social configurada por las ecotecnologías en la Sierra de Pénjamo, Gto., tiene un fin descriptivo, ya que nos propusimos conocer cuál es la lógica del aprendizaje/práctica social configurada por la ecotecnologías y describir su naturaleza en función del éxito o fracaso de las ecotecnologías. Recordemos que las preguntas de investigación de este estudio son: **¿Cómo los actores/campesinos elaboran el repertorio de actividades/participación en la práctica de uso de los biodigestores?** y **¿Cómo se debe**

entender ese repertorio en el éxito o el fracaso de los biodigestores? Como todo análisis e investigación, las preguntas son un eje organizador de la información, durante el análisis, por ejemplo al ‘ver’ las historias terminadas fueron fundamentales para saber y decidir qué es lo que debemos informar y así es como logramos construir y describir un caso particular.

Como todos lo que queremos contar una historia no podemos dejar de lado la importancia que la secuencia y la coherencia tienen para organizar las evidencias y también para interpretar desde nuestra reflexión subjetiva. Finalmente, el estudio de caso que nos interesa no indaga sobre la generalidad de un fenómeno (o su posible generalización), sino que pretende resaltar lo particular de esa experiencia y describirla. A partir de este momento las decisiones metodológicas estuvieron siempre pensadas en función de un estudio de caso microetnográfico que busca hacer descripciones de una práctica social implicada en el uso de ecotecnologías.

Para responder a esas preguntas fue necesario comprender la lógica y naturaleza de la práctica, lo que a su vez requería de un escenario más acotado: es decir una selección particular de sujetos y de prácticas (formas de participación). En el caso de las prácticas el principal límite que establecimos fue considerar sólo las prácticas relacionadas a los biodigestores y dejar el resto de las ecotecnologías en el telón de fondo de la indagación. De otra forma la variabilidad de acciones a observar podía ser infinita y era necesario tomar las decisiones adecuadas para no perder cierto orden y sentido de la práctica y comprender así la lógica y la naturaleza de la misma.³² Por otra parte, los dos criterios con los que acotamos el grupo de sujetos fueron: a) que los actores estuvieran activamente involucrados en la adopción, instalación o uso de biodigestores y b) que tuviéramos entrevistas, memorias fotográficas o audiograbaciones en relación a ellos y su participación.

Acotar las prácticas y los actores fue la primera configuración de los datos de nuestro estudio de caso, lo cual nos dejó un grupo de 9 familias y al menos dos actores por familia (16 actores en total).³³ En la Tabla 5 resumimos los datos de las familias y actores y más adelante explicaremos cómo codificamos las prácticas.

³² Los biodigestores eran las ecotecnologías de mayor alcance en el momento de nuestro trabajo de campo

³³ En el caso de las familias F2-MVR y F18-LVJ solo hay un actor principal. Las amas de casa participaron en este proyecto sin el apoyo directo de sus esposos. Uno de ellos porque vive en EUA y el otro, aunque vive en la comunidad, no estaba de acuerdo con la instalación del biodigestor (F18-LVJ).

Tabla 5
Familias y actores involucrados en la implementación de biodigestores

Comunidad	Biodigestores	Baños secos	Fogón sin humo	Camas cultivo biointensivo	Familias beneficiadas	No. personas x vivienda	Actores
Tierras negras	1	1	-	1	F2-MVR	6	1
El Zarco	1	-	1	1	F3-MVR	4	2
	1	-	1	1	F5-LB	6	2
	1	-	1	1	F6-SBR	7	2
	1	-	1	1	F6-SBR	7	2
Las Paredes	1	1	2	1	F9-SCM	10	2
	1	1	1	1	F10-RHV	7	2
	1	1	1	1	F11-MSV	6	2
	1	1	-	1	F12-MCH	7	2
Piedra Parada	1	-	-	-	F18-LVJ	3	1

Fuente: Uribe, 2013

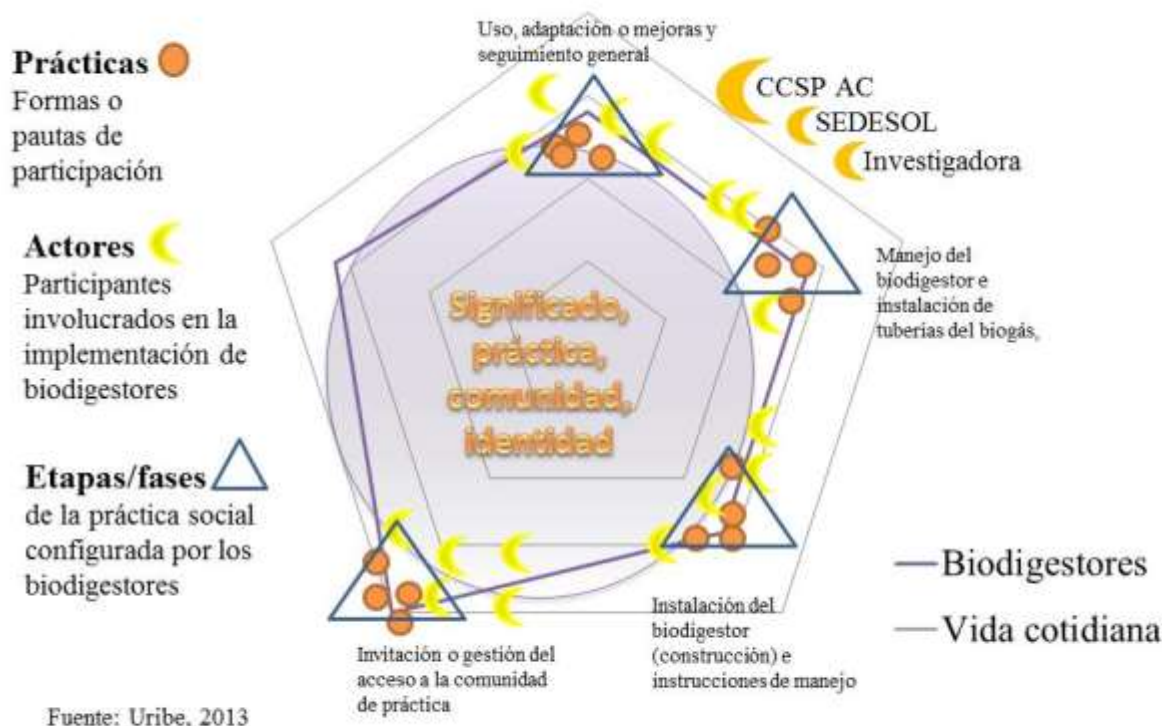
Como se puede ver en la Tabla 5 casi todas las familias seleccionadas, excepto la familia de Piedra Parada (F18-LVJ), tenían tres o más ecotecnologías instaladas en su vivienda y éstas estaban en funcionamiento. Consideramos que eran familias muy activas durante el trabajo de campo y eso también facilitó que tuviéramos más registros e información general de sus actividades. El caso de la familia de la comunidad de Piedra Parada F18-LVJ es muy distinto a los demás porque sólo tenía un biodigestor y había fallado. Aunque fue el único caso de complicaciones que nos tocó observar-registrar y las conclusiones de la supervisión que realizó la AC sugerían que la tecnología podía rescatarse, en el momento del trabajo de campo y para el registro de este estudio, quedó como una experiencia que falló. Como veremos más adelante, los resultados no favorables en el manejo del biodigestor son muy relevantes para comprender la práctica de aprendizaje de este grupo de interés.

En cuanto a los actores, es importante señalar que durante el análisis de los datos, nos interesamos por sus prácticas y no por sus historias de vida. Finalmente es por medio de la experiencia de las personas que logramos entender un proyecto o un programa como éste porque son las personas las que adaptan todo a su experiencia, son ellas las que interpretan, subvierten y adaptan las políticas a sus propios escenarios y a sus necesidades (Simons, 2010). Para determinar cuáles o cuántos actores estaban más implicados en las prácticas, revisamos lo más relevante de su lógica, frecuencia e intensidad, así como su permanencia y cambio. Al tener un grupo de actores y prácticas no queremos decir que nunca más volvimos a nuestra

base de datos más amplia, sino que identificamos que era más valioso acotar y explicar la práctica desde la particularidad. Cada una de las familias y los actores tenían una experiencia importante para que nosotros pudiéramos comprender la práctica en su conjunto. Además una buena parte de la comprensión de esa práctica depende también de que logremos entender qué papel juega la interacción entre los diversos actores en la lógica de aprendizaje, es decir, comprender qué valor tiene la instrucción verbal, tanto como la observación o comunicación no verbal y la imitación en el aprendizaje de una práctica cotidiana.

Establecer un repertorio de prácticas no tenía mucho sentido si no lográbamos organizarlas en función a una práctica global o lineal a la que todas las demás se sujetaran. No miramos a cada familia como un caso independiente, sino que miramos la práctica y cómo ésta(s) se relacionaban más o menos con una u otra etapa del proceso y por las que finalmente todas las familias transitaban. Esta dirección de la observación nos daba la posibilidad de analizar cada etapa de la participación que habíamos construido para el análisis porque durante el trabajo de campo las familias habían pasado por diferentes etapas del proceso pero no tuvimos la posibilidad de observar a una misma familia desde el inicio hasta el fin. Lo que nos pareció más pertinente fue reconstruir el proceso completo con la experiencia diversa de participación de cada una de las familias y en las etapas en las que su participación era más intensa. Organizamos la práctica en cuatro fases: a) invitación o gestión del acceso a la práctica, b) Instalación del biodigestor e instrucciones de manejo, c) Manejo del biodigestor, tuberías del biogás, uso y adaptación o mejoras d) Seguimiento general. Al organizar la práctica de este modo, teníamos abierta la posibilidad de reflexionar también sobre los cuatro elementos del aprendizaje en comunidades de práctica de Lave y Wenger (en Smith, 2003, 2009) significado, práctica, comunidad e identidad. Cruzando las etapas y los elementos de aprendizaje fuimos generando los temas y asuntos a tratar para entender estos procesos como el de una comunidad de práctica. En la siguiente imagen ejemplificamos cómo quedó configurado nuestro grupo de actores y prácticas.

Imagen 2
Configuración del estudio de caso microetnográfico



Imaginar la práctica social como lineal y estática nos permitió delimitar las acciones concretas de los actores que eran consideradas, para nuestra reflexión, como pautas y procesos configuradores de una comunidad de aprendizaje. En cada una de estas fases los actores organizan sus prácticas y evidentemente reflexionan sobre ellas. Las fases no son necesariamente lineales, pero sí recurrentes y estables en todos los casos observados. No podemos olvidar lo que Wenger (2001) señaló al respecto del significado, la práctica, la comunidad y la identidad, como elementos centrales de una comunidad de práctica o de aprendizaje. Una vez reconsiderados estos elementos nos dimos a la tarea de delimitar las pautas de participación más significativas a cada fase de la práctica. En la primera fase encontramos que la gestión de acceso a la comunidad de práctica de los biodigestores se realizaba principalmente por miembro de la AC CCSP que los invitaban. Aunque está invitación parecía azarosa no era así y aunque habían ciertas preferencias de los miembros de la AC CCSP por algunas familias, también había un proceso de gestión que los actores realizaban para “darse a notar” como interesados. Ese proceso podía gestarse como

recomendaciones que hacían otros usuarios para que esos actores fueran tomados en cuenta, así como por la asistencia constante a las asambleas de que la AC proponía y que les daban la posibilidad de hablar directamente con ellos de su petición. En la segunda fase, la práctica más común fue participar en la instalación del biodigestor con mano de obra lo que además implicaba conocimiento básico de albañilería. A los solicitantes les tocaba la tarea de construcción y a los miembros de la AC CCSP, principalmente al técnico, le correspondía armar el biodigestor e instalarlo. Por lo general, los actores no hacían preguntas, se limitaban a colaborar en lo que los miembros de la AC les solicitaban y escuchaban las instrucciones iniciales de manejo del biodigestor.

En la tercera etapa, a nuestro modo de ver, la más interesante. Los actores tenían que iniciar con el manejo del biodigestor por su cuenta, principalmente alimentándolo y esperando por el periodo normal de producción de biogás. El tiempo de espera generaba en ellos ciertas expectativas y también preguntas. No hubo una visita de la AC CCSP en este periodo que no fuera recibido por los actores con preguntas, incertidumbres y disposición al diálogo y la conversación por parte de los actores del grupo de estudio. El ensayo-error era la práctica más común y éste a su vez le presentaba con frecuencia un conflicto cognitivo que debían resolver. La mayor parte de las adaptaciones y mejoras del biodigestor se realizan en esta fase. La última fase era una fase de seguimiento para los casos en los que los biodigestores no habían tenido problemas de manejo. De lo contrario la etapa anterior se prolongaba. En la fase de seguimiento había una estabilidad en el manejo del biodigestor y una menor demanda de actividades. Las familias de la comunidad de El Zarco estaban en esta fase y los actores con frecuencia colaboraban en la instalación de otros biodigestores o funcionaban como asesores de las prácticas de otros más novatos.

Hasta este momento del documento hemos explicado las implicaciones metodológicas de nuestro caso de estudio microetnográfico y cómo su diseño se ha guiado por la búsqueda de sentido y coherencia que demandaba el objetivo y las preguntas de investigación así como de los datos puestos a la luz de la teoría de la comunidad de práctica o aprendizaje tanto como de la experiencia personal de la investigadora. En la sección que sigue nos ocuparemos del análisis descriptivo de la comunidad de práctica de ecotecnologías en la Sierra de Pénjamo para entender el entorno y el sentido de la práctica.

CAPITULO III

EL ENTORNO DE LA PRÁCTICA SOCIAL

En el capítulo anterior describimos el *terreno* de la participación, es decir, el contexto sociocultural y económico de la Sierra de Pénjamo, así como las condiciones generales en las que las familias participantes adoptan las ecotecnologías, con especial atención, las condiciones en las que implementan los biodigestores. También explicamos cómo y por qué delimitamos nuestros datos en un estudio de caso microetnográfico ya que partimos de la idea de qué es posible resaltar las prácticas de estas 9 familias y 16 actores desde su particularidad y pensar en las posibles generalizaciones para comprender mejor el aprendizaje desde la acción-conocimiento-práctica social compartida. Aunque buscamos ser precisos en explicar cómo diseñamos nuestro estudio de caso microetnográfico, es difícil delimitar cada momento en el que hicimos una clasificación de asuntos a observar en el trabajo de campo, o en qué momento elaboramos un mapeo conceptual/temático o cuántas veces releímos un diario de campo para identificar los aspectos centrales de la práctica de los actores de Pénjamo. Lo que siempre ha estado presente es nuestra interpretación o la transformación de los datos (Denzin, 2005) en otros datos con nuevos significados y sentidos que tratamos de acotar en el diseño de este estudio de caso.

El propósito de este tercer capítulo es elaborar una descripción suficientemente exhaustiva y significativa del *entorno* de la práctica social, es decir, estudiar la práctica misma, así como las formas de participación que hacen grupo de actores sea entendido como una comunidad de aprendizaje: una comunidad en la que los actores comparten un interés y al participar e interactuar con otros, ganan experiencia, identidad y un sentido de pertenencia. Además, en una comunidad de práctica, el implementar un objeto/herramienta/tecnología les plantea problemáticas concretas que modifican sus acciones y sus pensamientos. Las prácticas del grupo de sujeto de estudio son entendidas como un sistema de actividad desde la participación periférica hasta el centro de la participación: adquirir y ajustar los biodigestores e integrarlos en su vida cotidiana con mayor o menor éxito. Nuestra finalidad no es analizar historias de vida o el papel de ciertos sujetos en los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos sino comprender esos procesos/pautas dentro de un entorno cotidiano de

participación configurado por los biodigestores y ligado a un entorno económico-ambiental crítico. Lo que nos interesa es describir cómo se lleva a cabo la acción recíproca, es decir, la acción que los actores realizan con otros y cómo ésta es también modificada o transformada por el biodigestor (objeto). Lo que haremos es organizar esas descripciones en función de lo que consideramos la participación concreta en actividades de implementación técnica bajo el modelo de las comunidades de aprendizaje.

Para hablar del *entorno de la práctica*, es importante conocer y describir cuál es la tarea que se proponen los actores de la Sierra de Pénjamo y, por otro lado, describir qué es fundamental para cumplir con la misma. No describiremos estos asuntos buscando un coherencia o linealidad (eso ya lo hicimos en la sección anterior) lo que haremos es destacar, sin orden previo, las acciones recíprocas y las destrezas de los actores que son importantes para comprender el sistema de actividad de transferencia y adopción de los biodigestores.

¿Cuál es la tarea? El sistema de energía que da valor al biodigestor

Describir cuál es la tarea de los actores de Pénjamo parece una labor redundante, pero no lo es. Los actores de nuestro estudio de caso, buscan “hacer uso del biodigestor” lo que implica instalarlo y hacerlo funcionar, pero sabemos que la tarea no termina ahí. Lo que persiguen no es comprar o “hacerse” de una tecnología de producción de energía como el biodigestor para desplazar a otras como el fogón de Leña o la estufa (gas LP), sino integrarlo como parte de una red de recursos energéticos de la unidad doméstica al que nosotros hemos denominado sistema de energía.

Desde las primeras reuniones que sostuvimos con las diversas familias participantes, había incertidumbre del funcionamiento e implementación del biodigestor, sin embargo había una certeza (no explícita) del sistema de energía al que éste se incorporaría. Con el sistema de energía nos referimos a un sistema en el que colaboran de manera simultánea el fogón de leña (con o sin humo, según los casos) y la estufa de gas LP. Las evidencias de que existe un sistema de energía en la vivienda pueden notarse en la siguiente conversación, sostenida con uno de los miembros de la familia F10-RHV el día que comenzaba la instalación de su biodigestor:

Fragmento 1. Conversación F10-RHV
E-Entrevistadora, R-entrevistada

E-¿Y esa? (estufa) ¿cada cuándo compras gas?

R- Pos cómo no la utilizo mucho, a veces dura como un año con el gas

E- Ah, sí te dura mucho

R- Como ahorita nomás la utilizo para el puro niño (bebe de 6 meses) y así como para A (hija mayor, 13 años) que va a desayunar en la mañana que se va a la escuela, ella sí, ahí en la estufa, sí desayuna...

E- ...para no poner el comal

R- Pues sí. Y luego porque dura más, de aquí a qué prende la lumbre, de aquí a qué se calienta el comal y todo, y así nomás se levanta y ahí se hace de desayunar y ya. Y para el niño también, para hervir sus mamilas o para hervirle su agua

E- y si no tuvieras esta (estufa) ¿cómo le harías?

R- Pues todo en el comal y necesitaría más leña, por eso ve que esos (biodigestores) pues sí, es bueno, pues ya se ahorra uno de andar en la leña, más fácil, nomás echarle el estiércol (ríe)

E- sí, eso es lo que hay que hacer (risas)

R- Sí, eso es lo que dice uno, vamos a andar echando de esos (excrementos) que trayendo leña ¿a ver cómo nos va? (risas) y ya echando eso, quién sabe pues cómo será ¿todos los días? No sé yo, ahorita a ver...

Por la narración sabemos que existe un sistema de funciones híbridas entre el fogón-leña y la estufa (gas LP). Esto es, que el sistema de energía al que el biodigestor se integra existe previamente en la organización social y técnica de la vivienda y eso a su vez nos lleva a pensar que también existe un sistema de prácticas relacionadas y un sistema cultural sobre los usos de uno u otro elemento del sistema. Sobre el sistema sociocultural hablaremos más adelante. Por ahora nos preguntamos ¿Por qué el biodigestor no entra en conflicto con los otros elementos del sistema (fogón y estufa)? o ¿Cuál es la razón por la que el biodigestor se integra, sin desplazar a los otros sistemas de energía? Porque el biodigestor no es un agente de cambio por sí mismo, más bien, es incorporado a la vivienda como un elemento que amplía las posibilidades del mismo sistema. En genética, esta característica se conoce como *robustez*

genética y tiene implicaciones al nivel de los circuitos genéticos, la variedad o las vías alternas de un mismo circuito pueden garantizar el funcionamiento en casos de falla o errores genéticos (Wagner, 2005). Del mismo modo, cuándo los actores de la Sierra de Pénjamo integran el biodigestor en el sistema de energía de la vivienda lo que están haciendo es robustecerlo para tener más alternativas cuando sea necesario, debido a alguna falla o escasez de recursos, cambios ambientales o limitantes económicas.

El biodigestor, una vez que es instalado dentro de la vivienda comparte físicamente el espacio con el fogón de leña y la estufa y posiblemente esta sea una estrategia para afrontar la escasez de recursos. Elegimos fotos de algunas de las viviendas para mostrar la contigüidad de los componentes del sistema de energía del que hablamos:

Sistema de energía de la vivienda



El sistema de energía al que el biodigestor se integra ya es dinámico desde su origen. Los usos diferenciados del fogón de leña y de la estufa (gas LP) nos hablan de una dinámica determinada por aspectos culturales y económicos. El horno de leña (o el fogón sin humo para el caso de las familias que ya lo tenían) tiene una función central en la cocina y en la vivienda en general. Basta recordar el significado del fuego a lo largo de la historia de la humanidad y en particular el significado cultural que ha tenido en la construcción de nuestras sociedades. Bachelard (1966) habla del fuego como el *objeto inmediato notable* de cualquier entorno. Explica que el fuego “antes que ser un *ser natural* es, sobre todo un *ser social*”, construido en la compleja dialéctica del calor-luz, pureza(origen)-destrucción(fin) (pág. 22). La relación de los alimentos, en este caso de la tortilla, con el fuego-leña está sostenida en un sistema simbólico de fuego-alimentación-pureza que no se pone a prueba en los nuevos elementos del sistema (como el biodigestor), y así lo confirman muchos diálogos que sostuvimos con las mujeres participantes. Los dos diálogos que siguen son representativos del valor que tiene cocinar tortillas sólo en el fogón-leña:

Fragmento 2. Conversación F6-SBR

E-Entrevistadora, B-Entrevistado y C-Entrevistada

E- ¿y ese? (biodigestor) ¿se le hace fácil usarlo?, o sea ¿se le hace práctico tener ahí la...?

B- eso (biodigestor), sí, ahí ponemos los frijoles a cocer

C- ...el nixtamal, agua a hervir

B- y todo eso, muy fácil

E-¿y la tortilla no?

B- No, la tortilla no, nomás calentamos ahí tortilla, pero no, porque a veces como que se quieren quemar.

Fragmento 3. Conversación F5-LB

E-Entrevistadora, L-entrevistada

E- ¿Las tortillas?

L- No, las tortillas no, pero para todo lo demás sí.

La tortilla siempre se hace en el comal, mientras que el resto de los alimentos pasan por pruebas o experimentaciones entre el fogón y el gas LP. Esta experimentación, que es parte de la dinámica del sistema de energía, es la misma a la que el biodigestor debe someterse cuándo es instalado y comienza a usarse. El sistema se consolida una vez que las mujeres han establecidos sus propios parámetros para cocinar ciertos alimentos en el fogón, la estufa o el biodigestor. En el diálogo siguiente, la señora de la familia F11-MSV nos explica sobre esa fase de experimentación entre el fogón, el gas LP y el biodigestor:

Fragmento 4. Conversación F11-MSV
E-Entrevistadora, M-entrevistada

E- ¿Y qué cocina aquí en este (biodigestor)? ¿Cocina frijol?

M- sí

E- ¿y la tortilla también?

M- No, la tortilla no, pero todo lo demás ya lo he puesto allí (biodigestor)

E- ¿y el nixtamal?

M- El nixtamal también ya lo he puesto allí

E- ¿y si funciona bien?

M- Sí, pues sí, cuece los frijoles, que son más duros

E- ¿en cuánto tiempo le hace los frijoles?

M- ...para eso de cuatro horas

E- ¿y todo eso le dura?

M- Sí, sí ya me los cuece ahí

E- No pues sí está funcionando bien...

M- Sí, pues ya para cocer los frijoles, esos duran bien hartos, es lo que más dura, porque el nixtamal no dura nada.

Aunque existen costos asociados al uso de los tres elementos del sistema, no es el factor que influye sobre el uso predominante del fogón-leña. El fogón ocupa un lugar central

en la vivienda y las labores de alimentación, calentar e iluminar el hogar, reunir a la familia, etc.; aspectos por los que los costos de la leña no son tomados en cuenta.³⁴ El biodigestor y la estufa de gas LP quedan como sistemas alternativos a éste y su relevancia sí está determinada por los costos, además del funcionamiento y del manejo que ambos requieren. Aunque la estufa requiere menos tiempo y recursos de mantenimiento y manejo, los costos del gas LP son altos. El biogás es más económico, pero requiere de un manejo y mantenimiento continuo y de mayor demanda al inicio de la instalación. Su eficiencia depende entre otras cosas de los roles de género asociados a esta comunidad, las soluciones a las contingencias ambientales y las posibilidades de adaptación o mejoras. Es importante señalar que esta variabilidad de condiciones es la que contribuye a que todos los sistemas de energía coexistan en la misma vivienda. Al respecto, Briggs y Burke (2002) señalan que hay sistemas tecnológicos en la historia de la humanidad que coexisten sin desplazarse, por ejemplo: la imprenta, la televisión y el internet y, en parte, se piensa que la intensidad de uso al inicio de cualquier tecnología las coloca en un nivel horizontal pero también, y tal vez más importante, cada tecnología persigue diferentes fines y por eso conviven. Esta es una de las razones por las que estos autores señalan la relevancia del contexto social y cultural para entender la tecnología y el cambio tecnológico.

En cuanto a los costos conviene señalar que por un tanque de gas LP de 20 litros los actores de la Sierra han llegado a pagar 300 pesos. Y aunque la duración depende del uso y la demanda por el número de miembros de cada familia, dijeron que cada tanque puede durar en promedio 60 días: costo anual aproximado 1,825 pesos (152 pesos mensuales). Por otra parte, los costos por la instalación y asesoría de manejo del biodigestor para los usuarios de Pénjamo no son periódicos, se requiere de una inversión inicial que oscilaba entre los 3,000 mil y 3,400 pesos (en el caso de materiales de construcción extra)³⁵. Una vez instalado, un biodigestor

³⁴ En un análisis aproximado de los costos de la leña para una familia de la Sierra encontramos que éste depende de las capacidades de recolección de cada familia, pero según la información de una de las familias de la comunidad de Tierras Negras una ocasión en la que compraron leña pagaron 1 mil pesos por una camioneta de 1.5 toneladas de leña (que puede durar hasta 8 meses -250 días). En este caso, los costos anuales de leña son de 1,500.00 pesos (125 pesos mensuales). Costos calculados en 2011.

Además, en el tema de los costos se debería considerar el impacto ecológico, lo cual no hacemos en este análisis, pero se sugiere consultar el artículo “La leña y el cabrón en los países en desarrollo” de la FAO en la siguiente liga: <http://www.fao.org/docrep/12015s/12015s01.htm>

³⁵ Se cubre en un solo pago (que se hace al inicio de la instalación). Los costos de un biodigestor en la Sierra de Pénjamo están subsidiados por el programa de la AC CCSP a través del programa de co-inversión con Indesol-Sedesol. El costo de un biodigestor en el mercado es de 10 mil pesos (costos calculados en 2011).

tiene muy bajos costos de mantenimiento. Más bien el manejo del biodigestor tiene otro tipo de circunstancias y condiciones que pueden o no hacer más eficiente su uso y, como mencionamos antes, están relacionadas con roles de género, factores ambientales (como su dependencia al agua, el clima y a los insumos) y capacidades de adaptación o mejoras. Pero antes de abordar esos aspectos, queremos volver al sistema energético del que hemos estado hablando y la manera en la que se organizan las actividades y las frecuencias de uso relacionadas a cada uno de los elementos del sistema. Asumimos que en algún momento de la historia de estas familias, cuándo no tenían estufa de gas LP todas las actividades de cocina-alimentación se realizaban en el fogón-leña, pero una vez que se integraron nuevos elementos al sistema como la estufa de gas LP y el biodigestor, las actividades se ajustaron a ellos o viceversa. La imagen que sigue es útil para explicar por qué pensamos que se puede hablar de una distribución sociocultural de las funciones que cada uno de los tres elementos del sistema de energía va ganando.

Relación de actividades y frecuencia de uso fogón-leña, gas LP y biogás



Elaboramos esta imagen con la intención de evidenciar la relación entre las actividades de alimentación y la frecuencia de uso de cada uno de los elementos: como vemos la tortilla

sólo “se hace” en el fogón-leña. Los frijoles, el nixtamal y los chiles son tres actividades que su elaboración oscila entre el fogón-leña como el gas LP y/o biodigestor y las tres actividades al final del triángulo naranja son interesantes, porque su frecuencia aumentan en la mitad en la que el biodigestor está más disponible o en óptimo funcionamiento, es decir, en la mitad en la que el biodigestor está mejor integrado al sistema. Miremos el siguiente fragmento:

Fragmento 5. Conversación F5-LB
E-Entrevistadora, L-entrevistada

E- ¿Y lo prenden tres veces al día o más? (biodigestor)

L- Unas cuatro o cinco, en la mañana, a veces para cocer los frijoles, hervir la leche... a medio día y otra vez en la tarde, a veces hasta para tibia agua para bañarse.

Calentar agua para bañarse es una actividad para la que nunca se usa la estufa de gas LP y que en escasas ocasiones se hace con ayuda del fogón de leña, pero sí es una actividad que incrementó su frecuencia asociada al biodigestor, en esos casos el biodigestor ofrece una alternativa más al sistema de energía de algunos hogares y lo robustece. De hecho, decir que el biodigestor se usa “hasta” para calentar agua para bañarse es una prueba de sus nuevas posibilidades en la vivienda, además de la alta frecuencia diaria con la que se usa (en el fragmento 5 dice que cuatro o cinco veces al día).

Hasta este momento, elaboramos una exposición amplia de un escenario singular para informar sobre lo que hemos entendido como el sentido de la práctica: integrar el biodigestor a un sistema energético preexistente. El valor del biodigestor está en función de sus posibilidades de integrarse o no al sistema y esto se lleva a cabo por medio de la experimentación cotidiana con las tecnologías y los alimentos. Los motivos y las intenciones de la experimentación con el biodigestor y los alimentos no son una eventualidad, de hecho, en el estudio sobre la organización de la experiencia de Goffman (1997), señala que hay un efecto intencionado (no natural) o una decisión mental regida por un marco de interpretación que moviliza, según los intereses del participante, a la acción. Si transferimos la idea a los actores de Pénjamo, entenderíamos que las acciones de mujeres que usan los biodigestores están regidas por “marcos sociales primarios” que sirven para interpretar el acontecimiento, de modo que la acción se somete a estándares y valoraciones socioculturales. También es

importante señalar que la experimentación en el sistema de energía al que el biodigestor se incorpora sucede en la temporalidad de la vida cotidiana, en la que existe un mundo objetivo o próximo “accesible a mi manipulación corporal” y un mundo intersubjetivo de significados que se comparte con otros (Berger y Luckman, 1995), así como ciertas carencias económicas y de recursos. Las creencias, intenciones, compromisos o deseos que explican la acción/actividad cotidiana, descritos por Bruner (2000) como estados intencionales, son el sistema por medio del cual se organiza la experiencia y las formas de valorar a la tecnología (biodigestores) de conocerla y de interactuar con ella.

El valor agregado del biodigestor radica en su posibilidad de incorporarse exitosamente en el sistema de energía de los hogares de la Sierra de Pénjamo. El óptimo funcionamiento del biodigestor, depende, entre varios factores, de las tareas desempeñadas por hombres y mujeres fuertemente asociadas a sus roles de género como la instalación y procedimientos generales de uso, las soluciones a las contingencias ambientales y las posibilidades de mejora. En la sección que sigue revisaremos estos factores que nosotros hemos entendido como fuerzas positivas o limitaciones para que el biodigestor se integre plenamente en el sistema de energía de la vivienda.

Fuerzas positivas y limitaciones en la implementación del biodigestor

En esta sección analizaremos las actividades concretas en la instalación y uso del biodigestor, las soluciones a las contingencias ambientales y las adaptaciones o mejoras como factores socioculturales asociados al valor del biodigestor. Estas actividades están fuertemente determinadas por la experimentación característica de “aprender haciendo”, el pensamiento prospectivo y los roles de género. Encontramos que las habilidades más relevantes relacionadas con estas prácticas están relacionadas con lo que Polanyi (en Smith, 2003) describió como conocimiento personal (*tacit knowledge*), Nonaka y Takeuchi (1998) describieron como habilidades blandas (*soft skills*) y Wenger (2001) define como competencias sociales (*social skills*). Son habilidades que guardan relación con conocimientos vinculados a contextos personales, lugares, ideas y experiencias (Cobo y Moravec, 2011) y a contextos prácticos cotidianos (Rogoff, 1993). Estas habilidades se estimulan y desarrollan

mediante las experiencias de los individuos y su relación con los demás (Wenger, 2001). Nos parece invisible la frontera entre los conocimientos y aprendizajes personales e individuales. Aunque Nonaka y Takeuchi señalan que “todo conocimiento es tácito o está enraizado en lo personal” (en Cobo y Moravec, 2011, pág. 94) también vemos como las experiencias interpersonales son una fuente inagotable para los aprendizajes prácticos.

Para nuestro objetivo es necesario reconstruir un el proceso general de instalación y manejo de los biodigestores así como los mecanismos y procedimientos diversos en relación al biodigestor y luego compararlos entre todas las familias del grupo de estudio. En algún momento señalamos que una característica de las tecnologías intermedias o tecnologías sociales es su gran demanda de actividad humana. Lo cual puede traducirse en un amplio espectro de formas de participación. En el caso del biodigestor estas actividades cambian de intensidad según la etapa, según los intereses de los participantes, según la comprensión de las instrucciones que deben seguir, según sus roles de género, etc.³⁶ En cada visita de campo encontramos diversos procesos de experimentación, ajuste o manejo en cada una de las etapas. Nosotros asociamos esa variabilidad a ciertos factores socioculturales de esta comunidad de práctica. Podríamos decir que sí los actores de la AC CCSP se imaginan la práctica de transferencia y adopción de biodigestores de una manera y dan instrucciones y sugerencias para que así sea, cada uno de los participantes recrea esa situación de manera muy particular y construye su propia experiencia e historia de implementación del biodigestor, impulsados por la experimentación, el ensayo y error y el intercambio de conocimientos tácitos entre pares, característicos del aprender haciendo (Cobo y Moravec, 2011). En la Tabla 1 podremos ver la variabilidad de una instrucción en los diferentes procedimientos de los usuarios de biodigestores ponen en marcha. Una vez que el biodigestor era instalado en cada vivienda, las instrucciones de la AC a los actores, esencialmente eran: alimentar el biodigestor con una dosis diaria de 2 a 1 de estiércol-agua, al menos por un mes y luego esperar a que se produjera suficiente biogás para instalar las hornillas y la manguera de salida del biogás. Aunque la indicación es precisa, siempre fue necesario “aterrizarla” en ejemplos concretos porque la instrucción/comunicación no era tan clara o porque los actores necesitaban relacionarla con

³⁶ Recordemos que las cuatro etapas principales en las que dividimos la práctica de transferencia y adopción de biodigestores son: a) invitación o gestión del acceso a la práctica, b) Instalación del biodigestor e instrucciones de manejo, c) Manejo del biodigestor, tuberías del biogás, uso y adaptación o mejoras d) Seguimiento general. En cada visita de campo encontramos diversos procesos de experimentación, ajuste o manejo en cada una de las etapas. Nosotros asociamos esa variabilidad a ciertos factores socioculturales de esta comunidad de práctica.

“medidas más familiares” a ellos, como “un bote de 20 litros de excremento y medio de agua” o “un barril grande y cuatro botes chicos”. Ya hemos señalado la importancia de los sistemas culturales de representación o mediación para entender los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. Nos parece interesante hacer notar que el nuevo conocimiento (indicación del manejo del biodigestor) se sustenta en una serie de supuestos implícitos para los usuarios de Pénjamo. En la tabla se pueden ver los distintos procedimientos de carga/alimentación del biodigestor relacionados con el tiempo de uso en la vivienda y la frecuencia.

Tabla 1.
Actores y procedimientos relacionados con el mantenimiento y funcionamiento del biodigestor

Familia	Actor principal	No. de miembros en la vivienda	Tiempo de uso del biodigestor	Procedimiento de carga	Horas de rendimiento diario	Frecuencia de uso
F3-MBG	hombre	4	20 meses	1 vez x día 40 litros	4hrs.	3-4 veces al día
F5-LB	hombre y mujer	6	12 meses	1 vez x 3 meses 40 litros	3hrs.	3-4 veces al día
F9-SCM	hijo varón	10	10 meses	según lo ven	2hrs.	las veces que sea necesario
F6-SBR	hombre y mujer	5	9 meses	1 vez por 2 semanas, 80 litros	2hrs.	1-2 veces al día
F11-MSV	hombre y mujer	6	9 meses	1 vez x semana 40 litros	4 hrs.	3-4 veces al día
F2-MVR	mujer	6	8 meses	1 vez x semana 20 litros	2 hrs.	2 veces al día
F10-RHV	hombre	7	7 meses	1 vez x semana 20 litros	1hr.	1 vez al día (en la mañana)
F12-MCH	hijo varón	7	5 meses	1 vez x semana 40 litros	1 hr.	Una vez al día (no funciona bien)
F18-LVJ	mujer	3	3 meses y se daño	1 vez x día, 20 litros (Solo se cargó por unas semanas)	menosde 30min	No aplica x fallo

Fuente: Uribe, 2001 (datos obtenidos de la *encuesta de uso y adopción de ecotecnologías* y de las observaciones de campo).

Claramente se aprecia que no hay una uniformidad en los procedimientos de carga, ni en las horas o frecuencia de uso. Esta variabilidad es interpretada por nosotros como fuerzas positivas y limitaciones determinadas culturalmente. Ordenados por el tiempo de uso del

biodigestor, podemos ver que las primeras tres familias, que son las que tienen más experiencia o más tiempo de uso del biodigestor, de alguna manera han ajustado sus procedimientos a su demanda. Las siguientes cinco familias, tienen un procedimiento uniforme (entre ellas); pero aún están en un proceso de experimentación para conseguir el equilibrio entre la producción y la demanda. La última familia, no logra la implementación del biodigestor y se queda en la segunda etapa del proceso global.

Sobre los roles de género es importante señalar que existe una inserción diferenciada en actividades de la vida cotidiana y del sistema de producción de las unidades domésticas que no cambian, sino que se efectúan como tales en las diversas etapas del proceso de transferencia-adopción del biodigestor. Desafortunadamente el proyecto de la AC CCSP no tenía una metodología o diagnóstico basado en una perspectiva de género, lo que significaría “examinar los roles, las actividades, las responsabilidades, las oportunidades y las restricciones en la vida de cada miembro del grupo considerado” y así “diseñar acciones acordes con sus necesidades particulares” para el “logro de condiciones más equitativas en la participación de hombres y mujeres en los distintos ámbitos en los que interactúan dentro del sistema” (FAO, 2005, pág. iv). Pero para nosotros es importante tener en cuenta este asunto porque las actividades realizadas por hombres y mujeres están claramente diferenciadas desde una lógica productiva dentro y fuera de la unidad doméstica. Es decir, hay roles de género en la división del trabajo y la organización del hogar que ya prevalecen en el interior de las unidades domésticas y que se mantiene intactos durante los procesos de instalación y uso de los biodigestores.

En los procesos de uso y manejo del biodigestor, los roles tradicionales no son una excepción, por ejemplo las actividades previamente relacionados con el fogón como la recolección de leña, mantener el fuego y cocinar están vinculadas con las mujeres y los niños/adolescentes. Las actividades relacionadas con la construcción del fogón o mantenimiento general están asociadas con los varones. En el caso del biodigestor, en general las mujeres recolectan los insumos (excrementos de vaca o cerdo) y los hombres instalan, mantienen y hacen adaptaciones al biodigestor. Las actividades relacionadas con el biodigestor están implícitamente repartidas en sus labores cotidianas por género. Lo mismo sucede con el resto de las ecotecnologías, en las fases de construcción, mantenimiento o mejoras había una mayor participación de varones, en el caso de uso-funcionamiento y experimentación había

una mayor participación de mujeres. Nos parece importante retomar aquí los casos de las familias F18-LVJ que el biodigestor falló y se abandonó y el de la familia F2-MVR que tuvo un momento complicado en la segunda fase del proyecto y riesgo de quedar abandonado. En ambas familias las encargadas y actoras principales son mujeres que no tienen el apoyo o respaldo de sus esposos, el resto de las familias los encargados podían ser la pareja o el hijo varón y no tuvieron mayores complicaciones a lo largo del proceso.

La falla del biodigestor de la familia F18-LVJ, en la segunda etapa del proceso, es interesante por dos aspectos; aunque nunca funcionó, sí pasó por una fase de experimentación sencilla y porque la mayor parte de la carga de trabajo quedó sobre una mujer. Este último aspecto lo analizamos como un problema en la asignación de los roles de género prevalecientes. Sobre el proceso de experimentación del biodigestor queremos señalar que fue un periodo muy corto, aproximadamente 4 a 6 semanas, en los que la interesada, con ayuda de alguien más intentó reparar o hacer funcionar el biodigestor. Esta manipulación como otras que analizaremos más adelante reiteran las ideas surgidas de los estudios sobre aprendizaje con tecnologías digitales que sugieren que las personas no siguen un curso formal para aprender (por ejemplo para utilizar los servicios en línea o las redes sociales) ya que muchas de las actividades empleadas provienen de dinámicas cotidianas como aprender resolviendo problemas desde contextos no institucionalizados (Kumar, 2010 en Cobo y Moravec, 2011).

En la foto se puede ver la situación del biodigestor “sobrealimentado”, que rebasó sus dimensiones de peso y tamaño y reventó la barda de protección. En el tubo de alimentación se puede observar una de las manipulaciones realizadas que es una pequeña perforación cuadrada, posiblemente realizada con la idea de drenar o permitir la circulación de agua o aire. Sin embargo ese procedimiento no es necesario si el biodigestor está bien alimentado o al menos con las proporciones sugeridas por los técnicos de la AC CCSP. El tubo que se ve en el otro extremo es el que debe liberarse una vez que produce biogás.

Biodigestor dañado familia F18-LVJ de la comunidad Piedra Parada



Aunque durante el proceso de instalación y en algunos momentos del procedimiento inicial, la interesada había tenido el apoyo de uno de un familiar (varón) la ayuda no había sido suficientemente o suficientemente intensa. Recordemos que al inicio de las instalaciones se requiere de una mayor intensidad en la participación. Puede ser que el cumplimiento de una jornada de trabajo extra y el desequilibrio en los roles de género haya llevado esta experiencia al fracaso. Lo que la señora de la familia F18-LVJ refiere en el siguiente fragmento es que tenía “una ilusión” de tener un biodigestor, movida por el interés de conseguir lo que “los demás” ya tenían y, además señala que ella se sentía con la capacidad de participar sola o sin el apoyo de su esposo:

Fragmento 6. Conversación F18-LVJ

E- Entrevistadora L-Entrevistada

E- ...pero ¿si le hizo pasar muchos corajes? (las fallas del biodigestor)

L- pos siempre sí, es que toda mi ilusión, sí, es que yo lo puse sola, mi esposo no me ayudo con nada, y él no quería, nada, dice “¿para qué?” y yo con mi hija (no se oye bien la grabación) y si él no va a pagar nada, sí, nada...

E- ¿Él no quería que lo pusiera? ...y usted ¿por qué sí quería?

L- Porque yo tenía mucha fe de que sí iba a funcionar bien, pues sí y como ya sabíamos que los demás pues ya tenían

E- ¿Usted ya había visto otros funcionando?

L- Bueno sí

E- ¿y usted ya sabía que tenía que ponerles excremento todos los días?... y todo eso... y dijo: “no le hace así me la aviento”

L- Sí, no le hace, los animales aquí andan cerquitas todos los días, malo cuando no hay donde, pues si íbamos a traerlos desde allá las primeras veces, hasta en el burro me llevaba yo los botes, como están bien pesadotes, hasta les llenaba ahí con cubetitas, pero en ese tiempo estaba sembrado, los animales andan libres y nos íbamos lejos allá siempre está retirado y acá para abajo también y en el burro llevaba dos botes y con unas cubetas yo lo llenaba.

Lo que ella pensó como una oportunidad resultó en una restricción. Cobo y Moravec (2011) señalan que en los procesos de experimentación debemos hablar de éxito o “equivocación” pero no de fracasos porque el uso de la tecnología está sujeto a constantes cambios y transformaciones. También podríamos señalar que esas “equivocaciones” de alguna manera, también están determinadas por los roles de género y el acceso restringido a servicios de bienes tangibles (como la tecnología) que tienen las mujeres en esta comunidad, pero no tenemos muchos elementos más para ese análisis. Lo que es más evidente -y es por eso que también retomaremos el caso de la familia F2-MVR (también a cargo de una mujer, pero con un importante apoyo de dos de sus hijas adolescentes y un apoyo más marginal de otras dos hijas más jóvenes)- es el pensamiento prospectivo y su relación con las motivaciones del proceso de implementación del biodigestor.

El pensamiento prospectivo es “la expresión concreta de la representación del futuro como devenir” (Vásquez y Ortégón, 2006, pág. 159). Es por medio de este pensamiento, que conecta el pasado-presente-futuro, que los actores y los que hacemos el análisis podemos conocer y comprender mejor el efecto de las emociones, principalmente de la motivación en la práctica social. En cualquier fase de la práctica cada actor conceptualiza la tarea que tiene que

hacer y aunque algunos con más incertidumbres que otros, pero en general los actores de la Sierra de Pénjamo representan o reconstruyen su práctica también en su imaginación. Una de nuestras entrevistadas los dice así: *“No sé cómo irá a ser, pero yo pienso que así funciona”* (F10-RHV). Este pensamiento parece ser importante en el momento de enfrentar una crisis o circunstancia inesperada como la de familia F2-MVR, que esperaban resultado más rápidos y en los intentos para obtenerlos, la señora pasa por un momento de desesperación que casi la lleva al abandono del biodigestor. En el siguiente fragmento la señora de la familia F2-MVR habla con el técnico y el presidente de la AC CCSP y les explica sobre su diagnóstico del problema. Queremos hacer notar las habilidades de experimentación, ensayo y error e interacción con otros (hijas) en la búsqueda de soluciones implementadas (experimentación), así como de alternativas posibles (prospectiva). Nos parece que este pensamiento a futuro, seguido de una intensa fase de experimentación, es menos evidente o menos obvio en el caso de la señora de la familia F18-LVJ (antes analizado) en la que la experiencia terminó en el abandono del biodigestor.

Fragmento 7. Conversación F2-MVR

JJ-Técnico de la AC CCSP, L-presidente de la AC CCSP, G-Usuaria, HM-hija usuaria, E-Entrevistadora

G- sí, o sea que lo que pasa es que lo dejamos que este bien infladote hasta que ya está durísimo y les dije yo a mis hijas: “vamos a ver cuánto nos dura dejándolo que se llene bien”. Y, a lo mucho, media hora, pero no aguanta... y prendemos aquí bajito y no cocinamos de decir qué cocemos así todos los días algo, no. Pos ellas se van a la escuela, siempre toman su chocomilk y luego llego yo del trabajo y quiero cocinar ahí y nombre, de voladita se baja...

JJ- lo que pasa es que, como le está poniendo puro estiércol de puerco... hay que dejarla reposar más, y todavía no tiene mucho, mucho metano, porque el día que yo le prendí, prendía de donde está el quemador del tubo para arriba

G- sí prende, sí prende, pero y luego pues lo que pasa que ya cuando se empieza a descargar donde está conectado para acá de a tiro como que se aplasta el estiércol y ya no sale. Aunque acá para abajo esté todavía que tiene... el otro día fue necesidad de echarle agua pa' arriba para que levantara aquí donde está conectado, levantó pero ella (hija) le puso no sé qué por ahí abajo..

HM-un galón...

L- un galón y un tronco (risas)

E- ...para qué no se sumiera (risas)

HM- Sí, para qué no se venga para acá

L- Sí, para que levante el gas

G- Y por eso le digo, que yo ya estaba desesperada, dije: “ay, ¿qué voy a hacer si no sirve eso?”... Pues sí, les digo que ya estoy bien desesperada porque se descarga y ahí está así... la panza aguada como la mía (risas) otro día me levanto y pos está igual y digo: “no, esa pendejada no sirve”. Ay, yo hasta le dije a éstas (hijas): “yo voy a conseguir una bomba charquera y voy a tirarle todo ese estiércol y voy a conseguir gente que lo saqué de ahí”... será porque está enterrado y luego está bien chiquito, dije: “consigo gente que lo saquen de ahí y lo pongo en alto arriba, a lo mejor le hace falta que descargue para que funcione bien”. Ay no, yo ya no hallaba ni qué hacer...

No buscamos ser categóricos y señalar a un actor principal como responsable del funcionamiento o no del biodigestor, de hecho podríamos hablar de una distribución redundante (Hutchins, 1996) de la actividad porque varios miembros de la familia están involucrados en el funcionamiento del biodigestor (como vimos en el fragmento que una de las hija intervienen y actúa por cuenta propia pero con el mismo fin), es decir, los conocimientos están distribuidos entre los participantes y eso garantiza su funcionamiento. Sin embargo, al aislar a algunos sujetos o actividades de la práctica, como lo hacemos en este caso, lo que buscamos es aislar ciertos eventos de la participación para hacer posible un análisis apegado al carácter sistémico del aprendizaje y particularmente del pensamiento prospectivo. En la confrontación de pensamientos viejos y nuevos se comprende también el papel que juegan la motivación y las emociones en la práctica social. Cobo y Moravec (2011) señalan que una de las trampas del pensamiento a futuro es que se puede confundir lo que “*pensamos* que ocurrirá con aquello que nos *gustaría* que sucediera” (pág. 76). El pensamiento prospectivo es dinámico y moviliza a la acción porque las metas que los participantes buscan derivan de los motivos (Daniels, 2010). Lo que nosotros vimos es que una vez que el pensamiento prospectivo se hace concreto en una acción entonces se observa el conflicto y las emociones y los intereses personales se dejan ver.

El fragmento que sigue es un diálogo que sucede durante la supervisión de construcción de una barda para proteger el biodigestor. La barda quedó más grande de lo esperado y faltó material y se tenían que hacer algunos ajustes a la construcción para rescatar

lo que ya se había construido y reparar. Los involucrados en esta conversación son los miembros de la AC, el usuario del biodigestor que estaba molesto, su hijo mayor y un familiar que intercambia mano de obra con ellos (el familiar también está en la misma fase de construcción de su propio biodigestor e intercambian mano de obra y ayuda en general).

Fragmento 8. Conversación F12-MCH

C-Supervisora de la AC CCSP, JJ- Técnico de la AC CCSP, H-Usuario, Z-hijo usuario, FU-Familiar ayudante del usuario

Mientras discuten sobre las medidas de la barda y toman medidas:

C- éste lo hicieron más largo, son casi dos ochenta

Z- pues nunca habíamos hecho uno de esos, es el primero que hacemos

H- (tono molesto) No, aquí ya nomás vamos a colar la cadena ¿y donde le vamos a perforar para que hagan las de esas... de esas...cochinadas (se refiere a las perforaciones para los tubos de alimentación del biogás y de salida de efluente)?

FU- no, ya ellos lo agujeran

C- sí, más bien cuándo lo instalemos, le decimos dónde

H- ahotira ¿lo quieren poner pa'alla? el estiércol (se refiere al tubo de efluentes/desechos del biogás) ¿o lo quiere poner pa'aca?

C- para aquel lado ¿o para cuál lado usted lo quiere?

H- ¡¡uste' sabra!! como está parejo, donde quiera para allá o para acá (tono molesto)

C- Usted nos había dicho que para acá

H- Bueno, pero si lo quiere poner hasta allá, pues no le hace, ahí va a estar a media cancha

C- Es que si usted nos dice que para allá, entonces le damos la inclinación para allá

H- Es que está la milpa más para allá, más cerquitas, más fácil, pero usted sabe

C- oye JJ, ya vez que la salida se había considerado para aquel lado, pero dice que igual que fuera para aquel lado

H-para el lado que sea pues.. yo no sé, es que está a media cancha

C- tons' para allá le convendría

JJ- depende de ustedes como lo quieren

C- sí, o sea, es en la forma en como ustedes lo van a trabajar, porque nosotros podemos decir ah, pues para acá está bonito para acá o para allá, pero usted es el que lo va a trabajar, cómo se les hace más fácil llenarlo, de allá o de aquí

H- ah, pues del lado que sea, es lo mismo llenarlo, del lado que sea... si lo llenamos de aquí para allá ¿sale el estiércol para allá? ¿no?

FU- el flujo, para allá vale, te coge la puerta para allá, pero tú sabrás

H-Ah, para donde ustedes quieran darle, pos en ultima

C- ¿entonces para allá señor?

H- Para allá... pos ahorita está la manera (no está terminado) pues aquí, le rellenos, tons' no le dejamos pendiente, al contrario porque ahí le dejamos más altito porque no podíamos bajar las piedras

FU- aquí le va a rellenar

H- la rellenada, cuándo vengan ustedes ¿no?

FU- no, nosotros la podemos rellenar aquí, iré

C- ya nomás es llegar y nosotros traerlo e instalarlo

Z- nosotros lo vamos a aterrizar de ahí de donde está el tabique

Como vemos las prácticas sociales de estos actores están envueltas en modos de pensamiento que integran sistemas de motivos, metas, valores y creencias (Minick *et al.*, 1993 en Daniels, 2010). La motivación le da sentido o significado a la práctica social y “un cambio en la situación social puede lograr un cambio en las motivaciones y éste, a su vez, transforma el significado de las acciones que de primera mano, podrían parecer idénticas” (Daniels, 2010, pág. 27) (traducción libre de la autora). Este paralelismo entre la motivación y la acción debe ser entendido también como un nodo o un conglomerado de muchas agencias, de aquí la expresión de actor-red de Latour (2005). En ese sentido también podemos señalar que el conocimiento y el aprendizaje de los actores involucrados en esta experiencia transforman y reconstruyen sus nociones en función de una situación práctica (problema) y también en función del diálogo y conversación con los demás. Aunque la situación se replantea o se reconsideran los errores, los motivos y emociones pueden ser determinantes.

Es difícil delimitar o señalar las fronteras entre la práctica dirigida por un motivo individual y la práctica que del mismo modo responde a intereses sociales. Para nuestro

análisis sabemos que la práctica se presenta como “una actividad material transformadora y adecuada a fines” (Villoro, 1999, pág. 252) y también tenemos en cuenta que está condicionada históricamente (Scharr, 1964 en Villoro, 1999). Por ejemplo, en el análisis sobre las adaptaciones, modificaciones y mejoras que se hacen a los biodigestores podemos mirar las prácticas como acciones objetivas e intencionales para reparar fugas como usar un parche o sellar el tubo (Imagen A), hacer más eficiente la salida del gas al sostener la manguera de biogás con un alambre o un tubo (Imagen B), mejorar la producción de biogás al cubrir el biodigestor para conservar calor (Imagen C), al parecer, todas como actividades de un individuo en la solución de problemas.

Adaptaciones y mejoras en el manejo del biodigestor

Imagen A

Reparaciones con parche y sellar tubo



Imagen B

Sostener manguera de biogás con alambre o tubo



Imagen C

Cubrir el biodigestor para conservar el calor



Estas actividades son soluciones espontáneas surgidas de su propia experiencia o vinculados a contextos personales o experienciales, característicos del conocimiento tácito o implícito del que nos hablan Nonaka y Takeuchi (1989), sin embargo como señalábamos antes, ninguna actividad puede verse como una acción aislada o individualizada y nosotros preferimos pensarlas como experiencias entre el artefacto y el usuario que siguen diversos cursos de la acción (Stone, 2011), que están fuertemente enraizadas en lo experimental (o el ensayo y error) y que pueden variar, más que por condiciones individuales (psicológicas o inconscientes) por el contexto cultural limitado por los recursos económicos y/o ambientales. Como bien lo señala Suchman que “la organización de la acción situada es una propiedad emergente de la interacción entre los actores momento a momento, y entre los actores y los entornos de su acción” (1987 en Daniels, 2010, pág. 25) (traducción libre de la autora).

Fragmento 9. Conversación F5-LB
E-Entrevistadora P-Entrevistado

E- ¿Nunca se ha descompuesto?

P- A veces se rompe y lo reparo, con agujeritos chiquitos y lo reparo con la misma lona que Lalo me dejó y se lo pego con KOLA-LOCA... por ahí tiene otro.... a veces nomás con el pegamento de PVC, como que se desconecta, pero lo vuelvo a poner, donde está el alambre, pero yo ya sé lo que se le debe hacer

E- ¿Usted ya sabe ahorita lo que le pasa y lo que tiene que hacer?

P- Sí, a veces cuánto tiene mucha presión, yo me imagino que adentro está como húmedo sudando, avienta agua por la manguera y ya se detiene y ahí antes de llegar al quemador hay que bombierle y ya como que se quiere apagar, nomás le desconecto, le tiro el agua y ya queda bien... o a veces le echo, le hice como una llavesita abajo, después se la quite porque la niñas a veces la abrían cuándo cargaba agua, le abría la llave y la tiraba para abajo, le hice como una bolsita, un codito

E- Ah, pero entonces ahorita le tiene que quitar esto... cuándo le tiene que quitar la manguera, le quita esto

P- sí, aquí, lo desconecto, le tiro el agua nomás bajo la manguera, la tiro, sale hirviendo al tanto de un litro, medio litro, pero sale bien, cuándo hace mucha presión la avienta para acá... yo de primero cuándo hice eso dije: “ya no sirvió”, pero no, sí...

E- ¿y cómo supo cómo hacerle?

P- Yo me, eche a andar la cabeza y oí que tronaba como agua, que sonaba tipo agua y dije: “¿qué será?” -dije: “algo se le atravesaría al lodo” pero no, me imaginé que tenía que ser agua, y sí. Le destapé y era agua... yo me imaginé que era agua porque hacía como el ruido de agua.

No parece tener mucho sentido señalar los límites entre las acciones que siguen motivos individuales y las que siguen motivos o intereses sociales porque las fronteras parecen ser invisibles. Lo que vale la pena recuperar es que notamos que existe un criterio individual por el que los actores ponen en marcha ciertos conocimientos, lo que Lave (1996) llama pensamiento situado y lo que Suchman (1987 en Daniels, 2010) señala como los atributos individuales de la cognición en interacción con el entorno, es lo que nosotros estamos entendiendo como “el uso individual” de la cognición en un contexto concreto. Ahora, si queremos centraremos un poco más en la interacción entre pares como una fuente de aprendizaje y conocimiento, las preguntas tienen que ser sobre la regularidad de la práctica ¿por qué hay acciones o actividades similares? Aunque los integrantes de esta comunidad de práctica no siempre trabajan físicamente juntos en la implementación del biodigestor, la mayoría de ellos comparten vínculos familiares cercanos y eso, entre otras cosas, genera un fenómeno de resonancia que deviene en prácticas compartidas.

Si observamos la instalación de hornillas de biogás veremos cómo parecen seguir un proceso más uniforme que el de las mejoras o reparaciones aisladas que vimos antes, lo cual, tomamos como evidencia de un conocimiento compartido de esta comunidad de práctica. En las fotografías (abajo) del diseño y disposición de hornillas se aprecia cierta uniformidad en la instalación de las hornillas sobre ladrillos, a pesar de que la actividad de implementación de biodigestores es independiente, no planeada y abierta a la creatividad, las familias comparten un diseño y disposición común de ciertos elementos. Como vemos hay un manejo compartido de recursos, pero también es evidente que la disposición de los elementos nos habla de una flexibilidad o apertura a nuevas circunstancias, lo que parece una improvisación nos hace más bien pensar que la disposición no permanente de las hornillas y los ladrillos responde a la lógica de experimentación en la que toda la práctica de implementación del biodigestor está sometida. Como en las realidades virtuales que no comparte un espacio físico, pero existen signos comunes a la comunidad (Stone, 2011). Esto nos lleva a nuestro último punto de análisis ¿cómo entender el éxito o el fracaso de la implementación de los biodigestores?

Recordemos que una característica de la experimentación o de aprender haciendo es que hay equivocaciones o eventualidades, pero no errores (Cobos y Moravec, 2001), aunque en este contexto de Pénjamo tendríamos que reconsiderar la idea de que el “valor” del error para la experiencia de experimentación puede variar en función del coste de los errores (economía familiar) (Rogoff, 1993). Como vimos, en el caso de la familia F18-LJV de la comunidad de Piedra Parada, que la falla se antepone a un contexto de desigualdad y de improvisación difíciles de reconsiderar.

Diseño y disposición de hornillas del biodigestor de 9 familias



Para hablar del éxito o fracaso de implementación de los biodigestores revisaremos el caso de la familia F11-MSV. Esta familia es la única que no usa ladrillos y hornillas provisionales, aunque usa una rejilla adaptada para ese fin. Como se puede ver en las siguientes fotos, es un sistema más permanente, tiene una altura adecuada, una llave reguladora y paredes de protección y de conservación del calor.

Instalación permanente de hornillas de biogás



En el caso de la familia F11-MSV, que nosotros consideramos como una experiencia de implementación del biodigestor optima, lo que encontramos es que la flexibilización llega a un punto de estabilidad y cambia por un uso intencionado y claro del biodigestor. Esto no parece tener relación con el tiempo de uso del biodigestor, al menos las tres familias de la comunidad de El Zarco (F3-MVR, F5-LB Y F6-SBR) que son las más antiguas en el programa de transferencia de ecotecnologías, no han llegado a este punto de estabilidad y parece que la integración del biodigestor en su vida cotidiana todavía está sujeto a los ajustes de la experimentación. En el caso de la familia F11-MVS es distinto, porque aunque en el momento del estudio sólo tenían 9 meses de uso del biodigestor ya se había logrado cierta estabilidad y uso deliberado del mismo y así se aprecia en el siguiente fragmento:

Fragmento 10. Conversación F11-MSV

E- Entrevistadora M-Entrevistada

M-No pos sí, sí es mucha ayuda y es mucha ventaja, porque en la mañana cuando éstos (hijos) se van a la escuela, los chiquillos, orita están en el bachillerato ahí en Tierras Negras y pues mi hijo se va bien temprano

E- ¿A qué hora?

M- se va a las... de aquí a las siete. No pos sí, ya no prendo la lumbre (leña) ya no estoy esperando que a qué horas prende, ahí les preparo rápido, es qué sí es una ventajota

E- ¿Le queda más tiempo libre? ¿siente qué le queda más tiempo o no?

M- sí, sí me queda más tiempo, sí siento que me rinde más el día porque, pos, como le digo... por la parte es que me rinde aquí en la cocina, pero pues a veces me voy a lavar hasta por allá dónde hay agua

E- ¿hasta dónde? ¿hasta el bordo?

M- mmm, no, hasta... agarro por una barranca que hay aquí abajo, mmm.... bien lejos, pero pos ya llego, y ya no con la lata de prender la lumbre, porque ya llego y ya hago ahí (biodigestor) cualquier cosa ahí, unas papas o... rápido, ya no llego a prender la lumbre, pues de aquí a qué prende la leña y qué calienta la lumbre, no. Ya nomás llego y le prendo y... sí es mucha ventaja y mucha ayuda.

Sobre el uso permanente del biodigestor podemos decir que además del impacto en las labores domésticas como el manejo del tiempo y facilidad de cocinar los alimentos, también podemos hablar del impacto del biodigestor en el espacio porque la familia realizó una transformación completa de la vivienda para integrar el biodigestor. Como se verá en las fotografías siguientes la apertura de esta familia por integrar éste y otras ecotecnologías como la estufa de leña sin humo hicieron que la cocina estuviera más adecuada, mejor ventilada e iluminada. En la nueva distribución el biodigestor es central y la estufa de gas LP es marginal.

Aunque no todas las familias han hecho éstas transformaciones, sí reconocen las ventajas de tener un biodigestor, entre las que señalan que es produce un gas que no comprimido y sin peligro de explosión, es un gas que no huele, además con el uso del biodigestor se ahorra tiempo y dinero y se corta menos leña. También hay evidencias de que pueden ajustarse a las desventajas de uso y manejo del biodigestor que ellos mismos mencionaron como que es un gas que no se puede almacenar, que la producción se ve afectada

por los cambios de clima (en invierno se produce menos biogás), que las bacterias del excremento pueden afectar la producción (cuándo los animales están enfermos se produce menos biogás) y que el sistema requiere de agua para su funcionamiento.

Transformación de la vivienda por el uso intencionado del biodigestor



Pero el caso como el de la familia F11-MVS nos hace pensar que no son solo las ventajas las que llevan a un cambio, sino cómo esas ventajas son capitalizadas en el contexto de pobreza y crisis ambiental. Por las observaciones que realizamos, vimos que las prácticas familiares son amplias y flexibles. Por amplitud nos referimos a que el conocimiento de todos los miembros era considerado por igual, por ejemplo el hijo mayor que participaba con frecuencia en las capacitaciones de la AC, y que era de los pocos actores que tomaban notas y

registros con frecuencia hacía sugerencias a su padre sobre lo que él consideraba la menor manera cargar el biodigestor y sobre la instalación del mismo. Además, la señora opinaba y participaba en el diseño de los nuevos espacios tanto como en el uso directo del biodigestor. Por flexibilidad nos referimos a la posibilidad de enfrentar nuevos escenarios y en la manera en la que eran capaces de sobreponerse a las desventajas del biodigestor, por ejemplo, por la escasez de agua, habían hecho una instalación casera para coleccionar un poco más de agua de lluvia y habían traído una manguera más cercana a la boca de alimentación del biodigestor. El caso de la familia F11-MVS también nos hace pensar es que el éxito trazado por una ecotecnología, como el biodigestor, también puede allanar el camino para la adopción de otras ecotecnologías de manera óptima, como apreciamos en las fotos el fogón de leña junto al biodigestor y cómo vimos directamente en su vivienda la instalación de los baños secos y los cultivos biointensivos que ellos habían adoptado también exitosamente.

CONCLUSIONES

Nuestro principal interés es contribuir en la configuración de nuevos mapas de la cognición cotidiana relacionada con el uso de tecnologías, es por eso que en esta investigación nos propusimos *conocer las actividades de diversos actores de la Sierra de Pénjamo y describir como éstas configuran la comunidad de práctica en la implementación de biodigestores, así como su relación con el éxito o fracaso*, desde una metodología cualitativa y descriptiva. Sin duda, indagar sobre la tecnología y el cambio sociotécnico es también una manera de estudiar las formas de conocer y transformar el mundo. Nosotros consideramos que al poner en el centro de nuestro estudio el tema del aprendizaje como una práctica social colaboramos hacia el mejor entendimiento de esas nociones porque podemos mirar el quehacer de los individuos y su realidad concreta y cotidiana en el manejo de una tecnología.

Acudimos principalmente al marco teórico sociocultural del aprendizaje para no perder de vista aspectos del contexto y del sentido de la participación que nos ayudan a describir el proceso de aprendizaje como un conjunto de acciones prácticas relacionadas con el uso de una herramienta tecnológica y con el fin de responder las siguientes preguntas de investigación: *¿Cómo los actores/campesinos elaboran el repertorio de actividades/participación en la práctica de uso de los biodigestores?* y *¿Cómo se debe entender ese repertorio en el éxito o el fracaso de los biodigestores?*

Si bien, reconocemos que el aprendizaje es el resultado de la exploración activa, a través de la práctica, así como de colaborar e interactuar con otros y de recrear el sentido del biodigestor, es necesario que repasemos cada uno de estos aspectos con mayor detalle.

Las preguntas de investigación y otras preguntas

Sobre *cómo los actores elaboran su repertorio de actividades en la comunidad de práctica* afirmamos que el repertorio se construye principalmente desde actividades prácticas basadas en la experimentación, el ensayo y error y la flexibilización de escenarios en la

solución de problemas con recursos limitados. El vínculo entre la acción y el sujeto también está delimitado por aspectos socioculturales como los roles de género, ligados a su vez, al sistema de producción de la vivienda, también sobre aspectos culturales como el significado del fuego y su relación con los alimentos y aspectos mentales o de pensamiento relacionados con el uso intencionado del biodigestor. El aprendizaje práctico de los actores de la Sierra de Pénjamo es un fenómeno multidimensional entre la acción, el pensamiento y la tecnología:

Acción. Diversos estudios reconocen que la experimentación es característica del uso de la tecnología y del aprendizaje, en especial del aprendizaje entre adultos. Del mismo modo los actores de Pénjamo aprenden haciendo y experimentan con los biodigestores, pero tienen cuidado de que esa tecnología traiga consigo más alternativas a un sistema previamente establecido (sistema de energía) y que el cambio sea gradual. No hay nada nuevo en la manera en la que los actores de nuestro estudio experimentan con un objeto, lo que nos parece interesante es la finalidad de la experimentación. El cambio que se busca es gradual y discreto, las actividades están dirigidas a que el biodigestor se integre y no tanto a que modifique o altere el sistema de energía que hay en la vivienda. Como vimos, la experimentación para cocer los alimentos tiene restricciones culturales como es el caso de la tortilla -se hace sólo en el fogón- y el biodigestor aunque represente ventajas de tiempos y costos, no se emplea para esos fines. En nuestro análisis señalábamos que la finalidad del biodigestor está en función de los nuevos elementos o posibilidades que aporta al sistema de energía para hacerlo más robusto. Lo anterior nos hace pensar en la relevancia de continuar este estudio en la observación de la tecnología como un factor de estabilidad o resistencia y no sólo de cambio: ¿en qué medida la acción está encauzada a la resistencia del cambio tecnológico?

Pensamiento. Los biodigestores, como cualquier tecnología, deben integrarse en un sistema cultural particular. En el caso de los actores de la Sierra de Pénjamo, ese sistema está fuertemente determinado por su dependencia ambiental y al sistema de producción campesina (dentro de los que encontramos los roles de género), pero además como parte de ese sistema también es muy relevante la disposición al cambio que los sujetos tienen. Por el análisis que realizamos sabemos que la compra del

biodigestor no garantiza por sí mismo la disposición al cambio, sino que es importante que los actores tengan la posibilidad de experimentar con el biodigestor y dentro de ese proceso ganen certezas sobre el valor que tiene o puede tener para ellos esa tecnología. Las certezas de las que hablamos pueden entenderse, en gran parte, dentro del sistema de energía de la vivienda, la flexibilidad de escenarios o el ahorro de tiempo y de dinero. También consideramos que no es sólo la acción que emprenden los actores, sino algunas formas de pensamiento las que contribuyen a la disposición al cambio, entre ellas, consideramos que el pensamiento prospectivo configura y delimita qué quieren lograr y qué pueden lograr con el biodigestor. Como bien señala Latour (2005), los objetos se incorporan a relatos y es por medio de éstos que se crean conexiones con los humanos: ¿cuál es el papel del lenguaje y el pensamiento en la construcción de los relatos en/para/con los biodigestores u otras ecotecnologías?

Tecnología. Las prácticas de adopción del biodigestor de los actores de Pénjamo, son un continuo de actividades y pensamientos insertados en la vida cotidiana de los sujetos del estudio, organizadas en función del uso de los biodigestores y a su vez, con el fin de mejorar sus condiciones de vida. La relación entre la tecnología y la actividad también debe entenderse en función de las características y posibilidades de la misma tecnología. Los biodigestores son una tecnología flexible, lo cual significa que los fines que ésta tecnología sigue están sujetos tanto a su estructura como a las acciones que emprenden los sujetos que las usan. Esta característica contribuye de manera positiva a la experimentación necesaria para que ésta tecnología cobre valor para los usuarios. Otra de las características de esta tecnología es que es *limpia* (ecológica, verde), es decir es una tecnología que utiliza los recursos naturales de manera racional. Lo que nos parece interesante señalar es que para los usuarios de biodigestores, esta característica es valorada como una ventaja desde un punto de vista utilitario más no ambiental. La ventaja tecnológica podría formar parte de una reflexión sobre el consumo-impacto ambiental de recursos naturales a nivel comunitario o local, es decir, el valor del biodigestor podría pensarse también porque el uso racional de los recursos tiene un impacto positivo a nivel comunitario y no sólo doméstico. Señalamos este aspecto porque nos parece que una posible línea de investigación a futuro debería de ser el

estudio de las ecotecnologías y su impacto en los modos de comprender nuestra relación con el entorno natural: ¿debemos entender la implementación de las ecotecnologías desde la racionalidad económica o desde la ambiental?

En cuanto a *cómo debemos entender ese repertorio práctico en el éxito o fracaso de los biodigestores* analizamos, principalmente en el análisis del tercer capítulo, que las fallas son parte de un proceso de experimentación y ensayo y error y deben ser entendidas como equivocaciones y no tanto como fracasos. Si el biodigestor no llega a un uso intencionado y directo, no es porque los usuarios estén de alguna manera predispuestos al abandono de la tecnología frente a las dificultades, sino que su situación podría describirse como de una irresuelta relevancia o, contrario a lo que pensaríamos, porque la posibilidad de cambio -antes analizada- se percibirse como una amenaza y no como una ventaja. Posiblemente los cambios en las actividades cotidianas son mayores a las ventajas evidentes de uso del biodigestor y eso puede ser un factor contraproducente. Aunque no tenemos muchos elementos para afirmar esto, es importante no perder de vista el contexto de pobreza de estas comunidades y las implicaciones a nivel emocional y social que este trabajo extra pueda representar.

Nos parece que el óptimo uso del biodigestor depende en alguna medida de que el proceso de experimentación se mantenga dinámico y activo y a la vez, suficientemente estable, como para incorporarse en los sistemas previos de la vivienda. En ese asunto, la colaboración con otros actores es fundamental. En particular, en el caso que analizamos de la comunidad de Piedra Parada, aunque el proceso en ese momento estaba detenido, su posibilidad de resolución dependía también de la actitud, disposición y apoyo brindado por los miembros de la AC CCSP hacia los actores y sus equivocaciones. En ese caso particular, la posibilidad de reactivar el proceso de experimentación dependía de qué tanto los usuarios y los integrantes de la AC lograran replantear los medios y los fines de ese biodigestor. Sí la práctica llegara a tener la posibilidad de transformar el significado del biodigestor, posiblemente la experiencia sería muy eficiente (así como había sido en otros momentos del proceso, el apoyo y la participación de otros miembros de la comunidad de práctica). Para nadie es desconocida la posibilidad creativa y de aprendizaje que el error representa en cualquier esfera de la vida.

En este estudio entendimos que cuándo el uso del biodigestor es intencionado y directo, podemos hablar de casos de éxito, pero no debemos olvidar que cualquier valoración que hagamos sobre la tecnología debe ser también desde el reconocimiento de la manera específica en la que este grupo de sujetos *hacen las cosas* en su vida cotidiana y en contextos marginados o de pobreza. Debemos pensar esas ventajas o desventajas desde de la propia racionalidad de los actores (Ibarra-Colado, 2006) y para ellos el éxito estaba, principalmente relacionado con el ahorro de tiempo y de dinero. Este es un asunto que debemos ver con atención porque los costos de los biodigestores de la Sierra de Pénjamo están por debajo de su valor real en el mercado y eso es debido a la política pública que está detrás del proyecto de transferencia de biodigestores. La relevancia económica de estos biodigestores no puede generalizarse, pero sí se debe tener en cuenta que este es un factor muy importante en la implementación de estas tecnologías a largo plazo en contextos de pobreza o de acceso limitado a recursos. Sobre el ahorro del tiempo, vale la pena señalar que aunque las mujeres aceptan que con el uso del biodigestor tienen un poco más de tiempo libre, sus roles dentro del sistema de producción doméstico no parecen cambiar. Aquí nos queda otro tema pendiente para futuras líneas de investigación ¿cómo se debe entender la relación entre las ecotecnologías, el tiempo libre y los roles de género en las comunidades rurales?

Nos parece que hay un gran valor en la experimentación o el aprendizaje práctico por medio del cual los actores mantienen activo el proceso y hacen los ajustes necesarios. Lo que juzgaríamos como improvisaciones del proceso de adopción de biodigestores deberán entenderse como parte de la flexibilidad de aprender a hacer. Si queremos comprender mejor la relación entre el conocimiento y la tecnología debemos tener en cuenta la pertinencia de esa noción, especialmente en contextos rurales o de pobreza en los que la diversidad de escenarios y la robustez de un sistema tienen especial valor. Es importante que no dejemos de hacernos preguntas de investigación sobre *cómo* aprendemos y pongamos al margen aquellas que indagan sobre *qué* aprendemos, pero es todavía más pertinente que lleguemos a hacernos preguntas sobre *por qué* o *para qué* aprendemos, o como dice Leff (2004) preguntarnos si aprendemos a conocer *un mundo complejo* o si aprendemos *la complejidad del mundo* y hasta qué punto las tecnologías limpias contribuyen o no a recrear un pensamiento en esa dirección.

La comunidad de práctica y las trayectorias de aprendizaje

La práctica de instalación de lo biodigestor es una historia compartida de aprendizaje para los actores involucrados y como señala Wenger (2001) es un proceso continuo, social e interactivo que se recrea en una comunidad de práctica. Pero también cada una de las experiencias familiares es una versión de aquello en lo que esa práctica deviene, si no, de qué modo debemos interpretar las DIFERENTES historias de apropiación de la misma ecotecnología. Dentro de la comunidad de práctica entendemos que también hay trayectorias de aprendizaje, es decir, experiencias particulares (de procesos y productos) entre la tecnología (objeto) y los actores (sujetos) mediadas por actos cognitivos, con atribuciones personales y sociales, por medio de los cuáles se interactúa en y con el entorno con diversos fines.

Como señalamos, el aprendizaje de los actores de la Sierra de Pénjamo es un proceso multidimensional que involucra su pensamiento-saber-conocer, su experiencia-acción-emoción-motivación y un objeto-herramienta-biotecnología. En su participación en la acción cotidiana de implementación general y uso del biodigestor no sólo se aprende a usar un biodigestor -o cualquier otra de las ecotecnologías-, sino que se aprende a participar en el proyecto de transferencia de ecotecnologías compartiendo un lenguaje común y también aportando sus conocimientos y experiencias de otras áreas de su vida a la solución de problemas o desventajas del biodigestor. Nos parece ya muy acotado hablar del aprendizaje en singular, pensamos que es más adecuado estudiar ese término desde la pluralidad y el actor-red (Latour, 2005) ya que es difícil señalar o reconocer una sola fuerza propulsora o un aprendizaje concreto sobre él que ésta tenga efecto. Del mismo modo nos parece que deberíamos de pensar los aprendizajes como transformaciones del conocimiento, más que un cambios de estado mentales.

Los estudios sobre tecnologías de la comunicación sugieren que esas herramientas (objetos) en ocasiones llevan a los actores a pensar el mundo de manera diferente. Tal vez, el impacto de los biodigestores no pueda compararse con los cambios que provoca una herramienta digital o una tecnología industrial de producción masiva, pero definitivamente transforma el espacio, algunas prácticas o actividades relacionadas con la alimentación y ofrece una mayor robustez al sistema de energía de la vivienda. Con el biodigestor deberíamos hablar de cambios de grado y de calidad siempre y cuando tengamos en cuenta el contexto de

los actores involucrados y las dimensiones sociales, culturales, políticas y éticas relacionadas con éstos. En el caso de los biodigestores, hay experimentación, pero no improvisación, el ensayo y error de los actores de la Sierra de Pénjamo está delimitado. Los estudios sobre tecnologías digitales o de la comunicación han puesto un gran énfasis en la posibilidad de experimentación libre y aprendizaje práctico que estos espacios ofrecen a los usuarios, sin embargo, los supuestos “riesgos” de esa experimentación muchas veces derivan en nuevos aprendizajes o nuevas formas de interacción con las tecnologías digitales. En el caso los actores de la Sierra de Pénjamo que interactúan con una tecnología alternativa de producción de energía, las actividades están más dirigida al beneficio claro e inmediato. Aunque su conocimiento es el reflejo de una organización flexible, no se corren tantos riesgos hasta que la implementación es clara y consistente. Así es como interpretamos el hecho de que la mayoría de las familias del estudio no hacen mayores cambios en la distribución del espacio al que el biodigestor se integra, ni eligen diseños o medios permanentes para su uso (como el caso de las hornillas).

Relevancia del caso de estudio

Nuestro caso de estudio microetnográfico fue una estrategia metodológica pertinente para comprender mejor la organización social del conocimiento y, evidentemente del aprendizaje de los actores de la Sierra de Pénjamo. A través del análisis de este caso, como una comunidad de práctica, diferenciamos las destrezas y acciones recíprocas ligadas a los biodigestores, el sentido de la práctica-participación y su relación con el contexto crítico de la Sierra de Pénjamo y también logramos describir y relacionar los factores vinculados a un caso exitoso de implementación del biodigestor. Señalamos estos aspectos como relevantes por su posibilidad de transformar la realidad de estas familias, de otro modo, cualquier práctica o cualquier actividad deberían estudiarse, pero perderíamos el marco teórico.

También nos propusimos conocer cómo se elabora el repertorio de prácticas de los actores que adoptan el biodigestor y para eso distinguimos entre el terreno de la participación y el entorno de la práctica. Sobre el primero, reconocemos que determina las acciones para que el biodigestor se integre a un sistema de energía estable antes de producir grandes cambios

o transformaciones. Para los actores de la Sierra es importante que el balance entre costo-beneficio del biodigestor sea favorable para ellos, por lo tanto, la integración del biodigestor es gradual y es flexible y a cambio favorece en la robustez del sistema de energía de la unidad doméstica. Por otra parte, en el análisis del entorno de la práctica vemos que es difícil y en ocasiones sin sentido, delimitar los saberes/conocimientos individuales de los sociales, no obstante el pensamiento prospectivo, el conocimiento distribuido, la motivación, las agencias múltiples, el actor red, fueron nociones valiosas para comprender el sentido de la comunidad de práctica de nuestro estudio.

El estudio de caso nos dio también la posibilidad de exponer y discutir nuestros datos de manera coherente y con sentido, lo que en alguna medida también transforma nuestras indagaciones y nuestras reflexiones en diversos niveles de profundidad. Por su parte la metodología cualitativa nos permitió investigar sobre la experiencia *in situ* por medio de relatos, conversaciones y participación directa en las instalaciones. Sin embargo las dificultades de este método están relacionadas con la incapacidad de procesar tantos datos para ser exhaustivos y a la vez recuperar el sentido de lo más relevante, en las que además nuestros valores y juicios pueden afectar las interpretaciones. La singularidad del caso de estudio es su principal valor, pero en eso radica también la dificultad de inferir sus resultados y eso se debe tener en cuenta para informar a las políticas públicas de interés.

BIBLIOGRAFÍA

- Adell, Jordi (1997). “Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información”. En: *Edutec. Revista electrónica de tecnología educativa*. No. 7 <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>
- Alva, B. y Ryszard Rózga (2009). “La innovación y la competitividad como bases del nuevo reto regional”. En: Martínez, Adriana *et. al.* (coords.) *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento*. Plaza y Valdés/Concyteg. México. pp. 43-61
- Amador, Rocío (coord.) (2008). *Educación y tecnologías de las información y la comunicación. Paradigmas teóricos de la investigación*. Plaza y Valdez/IISUE-UNAM: México
- Ángel Maya, Augusto. (1997). *El orden cultural: introducción a un método de interpretación ambiental*. Ministerio de Medio Ambiente. Instituto de Fomento de la Educación Superior. Colombia.
- Angrosino, Michael V. y Kimberly A. Mays de Pérez (2000). “Rethinking observation. From method to context”. En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Second Edition. Thousand Oaks. Sage. pp. 673-702.
- Anzaldúa, Raúl (2009). “Los sujetos educativos y el dispositivo pedagógico de la modernidad”. En: Gómez, Marcela (coord.) (2009). *Saberes socialmente productivos y educación: contribuciones al debate*. UNAM. México pp.39-60
- Asociación Española de Biogás (AEBIG). <http://www.aebig.org/> Consultado en 2011
- Bachelard, Gastón (1996). *Psicoanálisis del fuego*. Alianza editorial. Madrid
- Balat, M. y Balat, H. (2009). *Biogas as a Renewable Energy Source—A Review*. Energy Sources, Part A. (31) pp. 1280–1293.
- Balsam, J. (2006). *Anaerobic Digestion of Animal Wastes: Factors to Consider*. ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service. www.attra.ncat.org
- Banco Mundial <http://web.worldbank.org/> Consultado en 2011-2012
- Barnett, A. *et al.*, (1978). *Biogas technology in the Third World: a multidisciplinary review*. Ottawa, Ont., IDRC.
- Barrio, Cipriano (2008). “La apropiación social de la ciencia: nuevas formas”. En: *Revista CTS*. 10(4). pp. 213-225. <http://oeibolivia.org/files/Volumen%204%20-%20N%C3%BAmero%2010/doss10.pdf>

- Berger, Peter y Luckman, Thomas. (1995). *La construcción social de la realidad*. Amorrortu Editores. Buenos Aires.
- Bericat, E. (1998). *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social. Significado y medida*. Ariel. Barcelona
- Boletín IIE-Instituto de Investigaciones Eléctricas.
<http://www.iie.org.mx/boletin042003/apli.pdf> Consultado 2011-2012.
- Buendía, L. González, D., Gutiérrez, J. y Pegalajar, M. (1999). *Modelos de análisis de la investigación educativa*. Alfar. España.
- Briggs, Asa y Peter Burke (2002). Una historia social de los medios de comunicación. Taurus. España. <http://www.slideshare.net/pedromedinacharavia/briggs-asa-y-burke-peter-de-gutenberg-a-internet-una-historia-social-de-los-medios-de-comunicacin>
- Bruner, Jerome (1996). *The culture of education*. Harvard University Press. Cambridge.
- Bruner, Jerome (2000). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Alianza Editorial. España.
- Camarena, E., (2010). *Informe final del proyecto: Aprovechamiento de los desechos agropecuarios de comunidades rurales en el estado de Guanajuato para la producción de combustibles y biomasa*. Clave del proyecto. GTO-04-C02-146. No. De Convenio: 04-16-A-063.
- Casas, Rosalba (2004). “Conocimiento, tecnología y desarrollo en América Latina”. En: *Revista mexicana de sociología*. 66 (Número especial): 255-277.
- Castellanos, Ana, Canino, María y Vessuri, Hebe (2008). *Mujeres de sectores populares como generadoras de procesos de conocimiento para el desarrollo social y económico de su localidad. Experiencias de apropiación social del conocimiento*. Esocite. Brasil.
- Castells, Manuel (1999). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura. La sociedad Red*. Vol. I. Siglo XXI. México.
- Castorina, José A et. al (1999). *Piaget en la educación. Debate en torno a sus aportaciones*. Paidós. México.
- Castro, F. (2006). *Colapsos ambientales-transiciones culturales*. UNAM. México.
- Chaiklin, Seth y Lave, Jean (comps.) (1996). *Estudiar las prácticas. Perspectiva sobre actividad y contexto*. Amorrortu editores. Buenos Aires.
- Chaparro, Fernando (2001). “Conocimiento, aprendizaje y capital social como motor de desarrollo”. En: *Ci. Inf*, 30. pp. 19-31.

- Chaparro, Fernando (s/f). “Apropiación social del conocimiento, aprendizaje y capital” social. En: <http://www.udlap.mx/rsu/pdf/3/ApropiacionSocialdelConocimiento.pdf>
- Charmaz, Kathy (2000). “Grounded theory: objectivist and constructivist methods”. En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Second Edition. Sage. Thousand Oaks. 509-535.
- Christian, Clifford (2005). “Ethics and politics in qualitative research”. En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Third Edition. Sage. Thousand Oaks. 139-164.
- Cobo, Cristóbal y Moravec, John W. (2011). *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación (eBook)*. Colección TransMedia UBE. España
<http://www.aprendizajeinvisible.com/es/>
- Coll, Cesar (2007). *TIC y prácticas educativas: realidades y expectativas*. Ponencia presentada en la XXII Semana Monográfica de Educación. Fundación Santillana, Madrid. En: http://www.psyed.edu.es/prodGrintie/conf/CC_santillana_07.pdf
- Coll, Cesar (2010). *Aprendizaje escolar y la construcción del conocimiento*. Paidós: México.
- Comisión Intersectorial del CONCYTEG.
http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/index.php?option=com_wrapper&Itemid=6
Consultado en 2011.
- CONEVAL (2012). *Informe de evaluación de la política social en México*
[http://www.coneval.gob.mx/Informes/Coordinacion/Pobreza_2012/COMUNICADO PRENSA_003 MEDICION 2012.pdf](http://www.coneval.gob.mx/Informes/Coordinacion/Pobreza_2012/COMUNICADO_PRENSA_003_MEDICION_2012.pdf). Consultado en 2013.
- Contreras. L. M. (2006). “Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico”. En: *Revista Futuros*, 16(IV). <http://www.revistafuturos.info>
- CCSP- Cuerpos de Conservación de la Sierra de Pénjamo (s/f). *Crónicas en la Sierra de Pénjamo. Una riqueza viva*. Material realizado con recursos del Programa de Coinversión social (SEDESOL), CECYTEG y CCSP.
- Curcio Borrego, L. (2002). *Investigación cuantitativa. Una perspectiva epistemológica y metodológica*. Kinesis. Colombia
- Creswell, John (2007). *Qualitative inquiry & research design*. Sage. London
- Daniels, Harry (2010). “Motives, emotion and change”. En *Psy Journals Cultural-Historical Psychology*. Moscow State University of Psychology & Education. pp. 24-33.
- David, Paul A. y Dominique Foray. (2002). “Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento”. En: *Comercio Exterior*, 56 (6). pp. 472-490.

- Delors, Jacques. (1996). *Informe Delors. La educación encierra un tesoro*. Madrid: UNESCO Santillana. En: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
- Delval, Juan (2001). *Aprender en la vida y en la escuela*. Morata. Madrid.
- De la Garza, Enrique. (s/f). *La Poco Fundamentada Founded Theory*. Documento de trabajo
- Denzin, Norman (2005). "Emancipatory discourses and the ethics and politics of interpretation". En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Third Edition. Sage. Thousand Oaks. 933-958.
- Denzin, Norman (2008). "Los nuevos diálogos sobre paradigmas y la investigación cualitativa. Un compromiso en la relación universidad-sociedad". En: *Reencuentro*, 052, 63-76. UAM. México
- Departamento de energía nueva y renovable del gobierno de la India. http://www.mnre.gov.in/annualreport/2009-10EN/Chapter%204/chapter%204_1.htm Consultado en 2011.
- Díaz-Barriga, Frida (2003). "Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo" En: *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2).pp. 1-13 <http://redie.uabc.mx/index.php/redie/article/viewFile/85/151>
- Dieck, Flory. (2009). "Desafíos del siglo XXI: energía limpia y biocombustibles". En: *Ide@s Concyteg*. 4 (43). pp. 1-6. http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/43012008_NOTA_EDITORIAL.pdf
- EPA United States Environmental Protection Agency <http://www.epa.gov/aboutepa/index.html> Consultado en 2011-2012.
- EuroObserv'ER. *Biogas Barometer*. Systems Solaires le journal des énergies renouvelables. 200, 104-119. 2010. <http://www.eurobserv-er.org/>
- FAO (1996). *Serie Forestal* No.7. Santiago de Chile <http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s00.htm#Contents>
- FAO (2005). *Género y sistemas de producción campesinos: lecciones de Nicaragua* (eBook). Roma. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4936s/y4936s00.pdf>
- Flavell, John H. (1993:1985). *El desarrollo cognitivo*. Visor Distribuciones. Madrid
- Freire, Paulo (1972). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI. México
- Freire, Paulo (1973). *¿Extensión o comunicación?* Siglo XXI. Buenos Aires.

- Freire, Paulo (1973a). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI. Buenos Aires
- Freire, Paulo (1990). *Conversando con educadores*. Roca Viva. Uruguay
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola-FIDA. <http://www.ifad.org/governance/index.htm>
Consultado en 2011.
- Fors, María E. (2010). *Educación y educación ambiental en diálogo –el caso de SIGNOS, secundaria y bachillerato–*. Tesis de maestría en educación ambiental. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.
- García, Enrique V. (2008). “Desafíos del sector de la energía como impulsor del desarrollo humano”. En: *Tono: Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba*, S.A, 5(2). pp. 90-98.
- Garrido, Antoni (2003). *El aprendizaje como identidad de participación en la práctica de una comunidad virtual* <http://www.uoc.edu/in3/dt/20088/index.html>
- Greenblatt, M., Dickinson, G., & Simpson, C. (2004). “Tickling the ivory (towers). Implementing the research question”. En: *Knowledge Quest*, 33(2), 75-76.
- Goldenberg, C., Gallimore, R., & Reese. (2005). “Using Mixed Methods to Explore Latino Children's Literacy Development”. En: Weisner, T. S., *Discovering successful pathways in children's development. Mixed methods in the study of childhood and family life*, pp. 21-46. The University of Chicago Press. Chicago.
- Godin, Benoit (2006). “The Knowledge-Based Economy: Conceptual Framework or Buzzword?” En: *Journal of Technology Transfer*, 31. pp. 17-30.
- Goffman, Erving (1997). *La presentación de la persona en la vida cotidiana*. Amorrortu editores. Buenos Aires.
- González-Gaudiano, E. (1994). *Elementos estratégicos para el desarrollo de la educación ambiental en México*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- González-Gaudiano, E. (coord.) (2008). *Educación, medio ambiente y sustentabilidad*. Siglo XXI. México.
- González, E. y Longoria, R. (2005). “Variación del PH durante los procesos anaerobios de emisión de metano por el secado y la fermentación de excretas de ganado bovino en el centro de México”. En: *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. UNAM. 21 (4) 159-170.
- Gurdián-Fernández, Alicia (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. CCEC, AIEC. Costa Rica.
<http://web.ua.es/es/ice/documentos/recursos/materiales/el-paradigma-cualitativo-en-la-investigacion-socio-educativa.pdf>

- Hargreaves, Andy (2003). *Enseñar en las sociedades del conocimiento*. Octaedro. Barcelona
- Habermas, Jürgen. ([1984] 2001). *Teoría de la acción comunicativa: complementos y estudios previos*. Cátedra. España.
- Heritage, John (2000). “Etnometodología”. En: Giddens, A. *La teoría social hoy*. Alianza. España.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. México.
- Hutchins, Edwin (1996). “El aprendizaje de la navegación”. En: Chaiklin, Seth y Lave, Jean (comps.) (1996). *Estudiar las prácticas. Perspectiva sobre actividad y contexto*. Amorrortu editores. Buenos Aires.
- Ibarra-Colado, Eduardo (2006). “Organization studies and epistemic coloniality in Latin America: thinking otherness from the margins”. En: *Organization articles*. 13(4). pp. 463-488. *Sage. London*.
- IEEG (2009). *Informe ambiental del Estado de Guanajuato 2008*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
http://ecologia.guanajuato.gob.mx/2009/archivos/file/publicaciones/informe_2008.pdf
 f Consultado 2011-2012
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. BESEL, S.A. Departamento de Energía. Madrid
www.idae.es Consultado en 2011.
- Illich, Iván (1985:1971). *La sociedad desescolarizada*.
<http://www.enxarxa.com/CGT/recursos/biblioteca/ILLICH%20la.sociedad>
- Illich, Iván, (1977). *Un mundo sin escuelas*. Nueva Imagen. México.
- INEGI (1997). “Población animal. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos”. En: Santos, A. (2007)
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Utilizaci%C3%B3n%20de%20esti%C3%A9rcoles.pdf> Consultado en 2011.
- Informe PISA (2006). *Competencias científicas para el mundo del mañana*. OCDE. Santillana.
http://www.oecd.org/document/2/0,3343,en_32252351_32236191_39718850_1_1_1_1,00.html Consultado en 2011.
- Informe Mundial UNESCO (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. UNESCO. Paris.

- Instituto Nacional de Ecología (INE): <http://www.ine.gob.mx/cpcc-lineas/599-cpcc-tecnologia-mitigacion> Consultado 2011, 2012.
- Jéquier, Nicolas (1981). "Appropriate Technology". En: *World health forum*. 2(4). pp. 541-543.
- Jeavons, John., (2002). *Cultivo Biointensivo de Alimentos. Más alimentos en menos espacio*. Ecology Action of the Midpeninsula. EUA.
- Jeavson, John (2007). *El huerto sustentable*.
<http://www.growbiointensive.org/SVG%20Spanish.pdf> Consultado en 2011.
- Johnson Björn y Lundvall Bengt-Ake (1994). "Sistemas Nacionales de Innovación y Aprendizaje Institucional". En: *Comercio Exterior*, México. 44 (8): 695-704.
- Johnson, R.B. and Onwuegbuzie, A.J. (2004). "Mixed methods research: A research paradigm whose time has come". En: *Educational Researcher*, 33 (7), 14-26.
- Keller, Charles y Keller, Janet D. (1996). "Pensar y actuar con hierro" En: Chaiklin, Seth y Lave, Jean (comps.) (1996). *Estudiar las prácticas. Perspectiva sobre actividad y contexto*. Amorrortu editores. Buenos Aires. pp. 141-158.
- Kinchelone, Joe L. y Peter McLaren (2005). "Rethinking critical theory and qualitative research". En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Third Edition. Sage. Thousand Oaks. 303-342.
- Landreani, N. F: (1990). *Métodos cuantitativos versus métodos cualitativos: un falso dilema*. En: *Ciencia, Docencia y Tecnología*, México. 1(1).
- Latour, Bruno (2005). *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría actor-red*. Ed. Manantial. Buenos Aires.
- Lave, Jean (1991). *La cognición en la práctica*. Paidós. México
- Lincoln, Y. S., y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage. Beverly Hills, CA.
- Leff, Enrique (cord.) (2003). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI/PNUMA. México
- Leff, Enrique (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI. México.
- Leont'ev, A. (1981). "The problem of activity in psychology". En: Wertsch (comp.), *The concept of activity in Sovietic psychology*. Sharpe. Armonk, NY.

- Lugones, Gustavo E, Patricia Gutti y Néstor Le Clech (2007). *Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina*. CEPAL. México.
http://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/30247/Serie_89.pdf
- Nonaka, Ikujiro y Hirotoka Takeuchi (1998). "A Theory of the Firm's Knowledge-Creation Dynamics" En: Alfred D. Chandler, Jr Peter Hagström, and Örjan Sölvell (eds.) *The Dynamic Firm the Role of Technology, Strategy, Organization and Regions*. Oxford University Press. New York. pp. 214-241.
- Núñez, Jorge (s/f). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. En: <http://www.oei.es/salactsi/nunez02.htm>
- Marglin, Stephen (2004). "Farmers, seedmen and scientists: systems agricultures and systems of knowledge". En: Marglin-Apfeel, Frédérique y Stephen Marglin (eds.). *Decolonizing knowledge: from development to dialogue*. Clarendon Press. Oxford, New York
- Marti Herrero, J. (2007). "Experiencia de transferencia tecnológica de biodigestores familiares en Bolivia". *Livestock Research for Rural Development*. 19(192).
<http://www.lrrd.org/lrrd19/12/mart19192.htm>
- Martínez, Adriana (2006). *Capacidades competitivas en la industria del calzado en León. Dos trayectorias de aprendizaje tecnológico*. UAM-CONCYTEG-Plaza y Valdés-TEC de Monterrey. México
- Martínez, Adriana., de Gortari Rebeca., Vessuri, Hebe., Vega, Antonio (coords.) (2012). *Apropiación social del conocimiento y el aprendizaje: una mirada crítica desde diferentes ámbitos*. Plaza y Valdés. México
- Mariscal, G. (2007). "Tratamiento excretas cerdo". En: FAO, *CENID Fisiología*, INIFA.
www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm www.produccion-animal.com.ar
- Maxim, P. S. (2002). *Métodos cuantitativos aplicados a las ciencias sociales*. Oxford University Press. México.
- Mejía-Arauz, Rebeca. (2003). "Combinación estratégica: investigación sociocultural cualitativa-cuantitativa". En: *Nómadas*. Revista de la Universidad Central. Departamento de Investigación. Bogotá, Colombia. 18, (Abril), pp. 20-27.
- Mejía-Arauz, Rebeca y Antonio Sandoval (coords.). (1997). *Tras las vetas de la investigación cualitativa*. ITESO. México.
- Mészáros, István. (2008). *La educación más allá del capital*. Siglo XXI, CLACSO: Argentina.
- Miller, S., & Fredericks, M. (2003). "The nature of evidence in qualitative research methods". En: *International Journal of Qualitative Methods*, 2(1).

- Miller, S. I., & Gatta, J. L. (2006). "The use of mixed methods models and designs in the human sciences: problems and prospects". En: *Quality & Quantity*, 40, 595-610.
- Mc. Robie, G. (2001). *Tecnología Intermedia*. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n20/agmac.html>
- Molero, José (2008). "La transferencia de tecnología revisitada: conceptos básicos y nuevas reflexiones a partir de un modelo de gestión de excelencia". En: *ARBOR, Ciencia, Pensamiento y Cultura*. CLXXXIV(732). pp. 637-651.
- Morales Hernández, Jaime (2004). *Sociedades rurales y naturaleza. En busca de alternativas hacia la sustentabilidad*. ITESO/UIA. México.
- Morin, Edgar (1996). "El pensamiento ecologizado". En: *Gazeta de Antropología* No. 12. http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01Edgar_Morin.html.
- Morfín, Francisco (2003) *Reflexiones sobre la red y el aprendizaje. Aprender en Red*. <http://franciscomorfin.wordpress.com/2011/11/23/tecnologia-dura-y-blanda-2/>
- Munck, G. L. (1998). "Canons of research design in qualitative analysis". En: *Studies in Comparative International Development*, 33(3), 18-45.
- OEI (2008). *Metas educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Organización para los Estados Iberoamericanos. Madrid.
- Orozco, Bertha (2009). "Saberes socialmente productivos y aprendizaje: articulación didáctico-pedagógica". En: Gómez, Marcela (coord.) (2009). *Saberes socialmente productivos y educación: contribuciones al debate*. UNAM. México. pp.79-94.
- Oslaj, M. y Mursec, B. (2010). "Biogas as a renewable energy source" En: *Technical Gazette* 17, 1 109-114.
- Páramo, Raúl. (2006). "Freud y el problema del conocimiento –Un fragmento". En: *El psicoanálisis y lo social –Ensayos transversales*. Universidad de Valencia / Universidad de Guadalajara. España.
- Páramo, Raúl y María E. Fors (2006 [1917]). "La intolerancia inconsciente a la ignorancia – Un obstáculo en el proceso de aprendizaje". En: *El psicoanálisis y lo social –Ensayos transversales*. Universidad de Valencia / Universidad de Guadalajara. España.
- Pérez, Carlota (2008). "Dinámica de la innovación y oportunidades de crecimiento". Conferencia Magistral del *Tercer Congreso Estatal, Segundo Nacional y Primero Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad: Transferencia del Conocimiento y la Tecnología*. SINNCO, CONCYTEG. México. http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/index.php?option=com_wrapper&Itemid=4

- Perkins, David (2010). *Aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Paidós. Buenos Aires
- Piaget, Jean (1969). *Biología y conocimiento*. Siglo XXI. México.
- Pole, K. (2007). "Mixed method designs: A review of strategies for blending quantitative and qualitative methodologies". En: *Mid-Western Educational Researcher* 20(4), 35-38.
- Pozo, Juan y Carles Monereo (coords.) (1999). *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo*. Aula XXI, Santillana. España.
- Pozo, Juan (2006). *Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo*. Morata. España.
- Pozo, Juan (2008). *Aprendices y maestros. La psicología cognitiva del aprendizaje*. Alianza España.
- RENACE (2008). *Taller de planeación y plan operativo 2008-2009 del RENACE*.
<http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario/RENACE/index.php>
- Restrepo, Jaime (2010). "Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación". En: *COLCIENCIAS. Colombia*.
http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/files/ESTRATEGIA%20NACIONAL%20DE%20ASCTI_VFinal.pdf
- Reese, L., Kroesen, K., y Gallimore, R. (2003). "Cualitativos y cuantitativos, no cualitativos vs. cuantitativos". En Mejía, R. y S. A. Sandoval (coords.), *Tras las vetas de la investigación cualitativa*. ITESO. Méxco. pp. 39-76.
- Rogoff, Bárbara (1993). *Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Paidós. México.
- Rogoff, B. Paradise, R. Mejía-Arauz, R.M. Correa-Chávez, M. & Angelillo, C. (2010). "El aprendizaje medio de participación intensa en comunidades". En: L. de León Pasquel (coord.) *Socialización, lenguajes y culturas infantiles. Estudios interdisciplinarios* pp. 95-134. CIESAS. México.
- Robinson, Ken (2009). *El elemento*. Grijalbo. México
- Ruíz Bolívar, C. (2008). *El enfoque multimétodo en la investigación social y educativa: una mirada desde el paradigma de la complejidad*. Documento de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Santos, A. (2007). *Utilización de estiércoles*. SAGARPA. Ficha técnica no. 7.
<http://www.sagarpa.gob.mx/DesarrolloRural/Documents/fichasaapt/Utilizaci%C3%B3n%20de%20esti%C3%A9rcoles.pdf>

- Sauvé, Lucie, (2004). *Una cartografía de corrientes en educación ambiental*.
<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/sauve01.pdf>
- Simons, Helen (2010). *El estudio de caso: teoría y práctica*. Morata. Madrid
- Schumacher, E.F. (1978). *Lo pequeño es hermoso*. Blume ediciones. España.
- Schunk, Dale (1997). *Teorías del aprendizaje*. Pearson educación. México
- Skinner, B.F (1974). Sobre el conductismo.
<http://materialpsicologia.files.wordpress.com/2010/01/burrhus-frederick-skinner-sobre-el-conductismo.pdf> Consultado en 2012
- SNV: Netherlands Development Organisation. <http://www.snvworld.org/en/Pages/default.aspx>
Consultado en 2011.
- Smith, M. K. (2003). “Michael Polanyi and tacit knowledge”, En: *The encyclopedia of informal education*, <http://infed.org/mobi/michael-polanyi-and-tacit-knowledge/>
- Smith, M. K. (2003, 2009). “Jean Lave, Etienne Wenger and communities of practice”. En: *The encyclopedia of informal education*.
www.infed.org/biblio/communities_of_practice.htm
- Suárez, Susana (2007). *Cambio tecnológico y sociocultural. Actores rurales y producción lechera en La Laguna*. Universidad de Guanajuato y Plaza y Valdés. México.
- Stake, Robert (2005). “Qualitative case studies”. En: N. Denzin y Y. Lincoln (eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Third Edition. Sage. Thousand Oaks. 443-466.
- Stone, Allucquère R. (1991, 2011). “Will the Real Body Please Stand Up?” En: Michael Benedikt (ed): *First Steps*, Cambridge: MIT Press pp. 81-118.
http://sodacity.net/system/files/Sandy_Stone_Will_the_Real_Body_Please_Stand_Up.pdf
- USDA Annual report (2005). *Manure and Byproduct Utilization. National Program 206*
http://www.ars.usda.gov/research/programs/programs.htm?np_code=206&docid=13337
- van Nes, W. (2006). “Asia hits the gas. Biogas from anaerobic digestion rolls out across Asia”. En: *Renewable Energy World*. pp. 102-111.
- Vásquez, Javier M y Edgar Ortégón (2006). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. CEPAL.
<http://www.eclac.cl/ilpes/publicaciones/xml/3/27693/manual51.pdf>
- Vessuri, Hebbe (2002). “Ciencia, tecnología y desarrollo: una experiencia de apropiación social del conocimiento”. En *Interciencia*, 2(27)88-92. <http://redalyc.uaemex.mx>

- Vessuri, Hebbe (2004). “La hibridización de conocimiento. La tecnociencia y los conocimientos locales en la búsqueda del desarrollo sustentable”. En: *Convergencia* 35. UAEM. México.
- Vigotsky, Lev (2010). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires. Paidós
- Villavicencio, Daniel (1990). “La transferencia de la tecnología: un problema de aprendizaje colectivo”. En: *Argumentos*, (10/11) pp. 7-18.
- Villavicencio, Daniel (2010). “Cambios en la concepción de las políticas de CT+I”. En: *Ide@s Concyteg*. 5(56). pp: 99-108
http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/56052010_CAMBIOS_CONCEPCION_POLITAS_CTI.pdf
- Villavicencio, Daniel y Pedro Luis López de Alba (coords.) (2009). *Sistemas de innovación en México: regiones, redes y sectores*. Plaza y Valdés. México
- Villoro, Luis (1999). *Creer, saber, conocer*. Siglo XXI Editores. México.
- Wagner, Andreas (2005). *Robustness and Evolvability in Living Systems*. Princeton University Press <http://press.princeton.edu/chapters/s8002.pdf>
- Weiland, P. (2010). “Biogas production: current state and perspectives”. En: *Appl. Microbiol Biotechnol* (85) pp. 849–860.
- Wenger, Etienne (2001). *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Paidós. México
- Wertsch, James (1991). *Voices of mind. A sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press. Cambridge
- Yin, Robert (2003). *Case study research. Design and methods*. Sage. London.

ANEXOS



ANEXO 1

Formato de encuesta de uso, adaptación y permanencia de biodigestores y otras ecotecnologías

1. Elaboró encuesta _____ Nombre de la familia: _____
2. Fecha: _____
3. *Datos de la vivienda*

Domicilio	
Hay luz eléctrica	
Hay agua	Entubada () pozo () pipa () lluvia () otro () No hay ()
El piso de la casa es de	Tierra () cemento () otro ()
El camino frente a la casa es de	Tierra () piedra () pavimento ()
Cuántas personas viven ahí	
Cuántas dormitorios tiene la casa	
Sanitarios	Baño, letrina, baño seco, otro
Otros	TV () teléfono () Computadora ()

4. *Indique si en la casa tienen alguna de las siguientes ecotecnologías*

Panel solar	Estufa Lorena	Baños secos/ letrinas	Cultivos biointensivos	Composta/ lombricomposta	Colecta agua de lluvias	Otro (indique cuál)

5. *Datos de quienes viven actualmente en la vivienda*

Nombre	edad	escolaridad	ocupación	¿Ha vivido en EUA?	Parentesco con entrevistado/a

6. *Datos de la instalación del biodigestor*

Capacidad del biodigestor	
Fecha en la que se instaló	Día / mes / año
Quién lo instaló y por qué	la familia lo solicitó () se los ofrecieron () lo vieron en otra casa () vieron demostración () otro
Ustedes participaron, trabajaron para la instalación	No () Sí, con trabajo () Sí, con materiales () Sí, con dinero ()
Si tuvieron que pagar algo ¿cuánto aprox?	\$

7. *Datos sobre el manejo del biodigestor*

	Tipos	Cuántos animales/ kilos
Qué tipo de desechos le ponen	vaca / becerro	
	cerdo	
	chivo	
	aves	
	Brócoli	
	hierbas	
	curtiduría	
	Restos de comida	
	Otros	

8. Indique la frecuencia con la que el biodigestor:

Se carga (veces por día/semana o mes)	
Se usa (veces por día/semana o mes)	
Horas aproximadas en que se usa cada vez	

9. Se usa principalmente para (puede haber más de una opción):

Calentar comida () Hacer tortillas () Hervir agua () Calentar agua para bañarse () otro

¿Utilizan el lodo para fertilizar las plantas? No () ¿Por qué?

Sí, en el traspatio ()

Sí, en la milpa ()

¿Da resultado?

¿Funciona bien el biodigestor?

Sí, muy bien ()	Regular ()	No funciona bien ()	otro
------------------	-------------	----------------------	------

Explique su respuesta:

10. Datos sobre reparación y/o adaptación del biodigestor:

Si alguna vez se ha descompuesto, indique de qué	
¿Quién lo arregló y cómo lo hizo?	
¿Cuánto costo el arreglo?	
¿Desde entonces funciona bien?	

11. Datos sobre la percepción del uso del biodigestor:

¿Cuáles son las ventajas de usar el biodigestor y por qué?	
¿Cuáles son las desventajas de usarlo y por qué?	

12. Si lo dejó de usar, indique los motivos y el tiempo que lleva sin usarlo:

13. Datos sobre la experiencia de uso

Si tuviera la oportunidad de volverlo a poner:

¿Qué haría diferente?	
¿Qué cosas le mejoraría?	
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por él?	

Antes del biodigestor qué usaba	¿Lo sigue usando aún con el biodigestor
estufa de gas ()	Sí () No ()
estufa de leña ()	Sí () No ()
comal sobre leña ()	Sí () No ()
Otro (indique cuál) _____	Sí () No ()

ANEXO 2

Uso del biogás en Guanajuato. Un proyecto a cargo de la Universidad de Guanajuato.

El objetivo de este estudio es conocer el estado de uso y/o abandono de los biodigestores instalados entre 2005-2006 a diversas comunidades rurales del estado de Guanajuato, en un proyecto de transferencia de ecotecnologías cargo de la Universidad de Guanajuato. En el proyecto se habían instalado 28 biodigestores domésticos e industriales a diferentes comunidades rurales del estado de Guanajuato. Para nuestros fines sólo pudimos realizar la encuesta a 6 familias de las que habían participado en ese proyecto y sólo 2 de ellas continuaban usando el biodigestor. De las industrias solo uno.

Desde 1994, en el estado de Guanajuato, de la mano de la Red Nacional de Comisiones de Energía, A.C. (RENACE), la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y el Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Guanajuato (CONCYTEG), se comienzan los planes y programas para poner en marcha algunos proyectos de apoyo a transferencia de biodigestores para granjas y para uso doméstico. Pero es hasta el año de 2005 que esos proyectos se hacen posibles³⁷. El proyecto más importante de biodigestores estuvo a cargo del Dr. Ernesto Camarena Aguilar de la Universidad de Guanajuato³⁸.

El técnico que apoya a la AC CCSP para la instalación de biodigestores en la Sierra de Pénjamo pertenece a la Universidad de Guanajuato y tiene una amplia experiencia en instalación e incluso en investigación de biodigestores porque ha participado en estos proyectos desde el 2005 en colaboración con el Dr. Camarena. El Dr. Camarena tiene una patente del modelo de biodigestor que la AC instala en la Sierra de Pénjamo. El técnico es un joven que está contratado por proyectos en el Instituto de Ciencias de la Vida de la UG. Su participación es fundamental en la instalación, innovación, uso y mantenimiento de los biodigestores prototipo (de investigación dentro de la UG) así como de los que se transfieren a industrias o comunidades rurales. En esos proyectos se instalaron aproximadamente 28 biodigestores para familias de comunidades rurales (Tabla 1). Otros nueve biodigestores para

³⁷ Información obtenida de las notas y grabaciones de la entrevista al Dr. Camarena del 3 de septiembre de 2010

³⁸ Clave del proyecto: GTO-04-C02-146. Número de Convenio: 04-16-A-063. Título del proyecto:

“Aprovechamiento de los desechos agropecuarios de comunidades rurales en el estado de Guanajuato para la producción de combustibles y biomasa” (Documento interno). (Consultado en marzo 2011)

investigación y desarrollo tecnológico (Tabla 2) algunos en la misma Universidad, otros en centros de investigación de la región y uno más en el estado de Hidalgo. En el mismo proyecto se atendió la demanda de 4 granjas y 1 industria que buscaban alternativas para el manejo integral de sus residuos (Tabla 3). En la granja Santa Anita en Guanajuato, se instaló un biodigestor modular muy grande (6 módulos) y fue un proyecto que tuvo que hacerse en varias fases y se requirieron recursos públicos y privados. Otra de las granjas que participaron en este proyecto está ubicada en La Piedad Michoacán.

La investigación, el desarrollo y la transferencia de biodigestores a comunidades rurales, como algunos de los proyectos a granjas y los biodigestores prototipo para investigación estuvieron financiados por el programa de Fondos Mixtos del CONCYTEG. De modo que gran parte de los costos de este proceso de transferencia de biodigestores fueron subsidiados. Los Fondos Mixtos o Fomix tienen entre sus objetivos detectar y atender todas las problemáticas del Estado que tienen una solución científica o tecnológica³⁹. Además están pensados para responder a las metas de las Comisión Intersectorial de energía del estado⁴⁰, entre ellas la del aumento de la eficiencia energética y la oferta de energías renovables.

En todo el proyecto a cargo de la Universidad de Guanajuato es evidente la importancia de las relaciones estratégicas y las políticas públicas a favor del uso de energías renovables. Queda también manifiesta la preocupación de los investigadores de la Universidad por los problemas ambientales y de desarrollo de esta región y de otras regiones que se interesaron por este tipo de proyectos⁴¹.

En la investigación que realizamos sobre el uso y permanencia de los biodigestores domésticos, -que han sido instalados desde el 2005 por la Universidad de Guanajuato- hemos aplicado una encuesta⁴² a 6 de los 28 usuarios (Tabla 4) de los cuales solo 2 de ellos sigue usando su biodigestor (en azul en la Tabla 4). Las razones por las que los usuarios han

³⁹ Sobre los objetivos de los Fomix ver: <http://www.concyteg.gob.mx/fomix.htm> (consultado entre mayo y junio de 2011 y mayo de 2012)

⁴⁰ Sobre las metas de la Comisión Intersectorial del Concyteg, ver el Informe de actividades 2008. En: http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/index.php?option=com_wrapper&Itemid=6 (consultado entre mayo y junio de 2011)

⁴¹ Algunas notas de la prensa local que destacan estos aspectos (consultado entre mayo y junio de 2011) <http://www.correo-gto.com.mx/notas.asp?id=148687>, <http://impreso.milenio.com/node/8797025>

Más información sobre el proyecto de biodigestores de la Universidad de Guanajuato se puede ver en algunas notas en revistas electrónicas de la Universidad de Guanajuato:

<http://www.acontecerug.ugto.mx/db/archivos/nota1537.htm>
<http://www.ugto.mx/sitioug/espanol/vanguardiaug/vug3.html>

⁴² Ver el formato de la encuesta en el anexo anterior.

abandonado los biodigestores son diversas: migración, falta de mantenimiento, descuido, daño por animales (ratas), falta de materia prima (estiércol), daño y falta de dinero para reparación o requiere trabajo intensivo o falta de conocimientos para repararlo, falta de seguimiento o apoyo por parte de los instaladores.

TABLA 1
Biodigestores de uso doméstico instalados en comunidades rurales.
Proyecto a cargo de la Universidad de Guanajuato

Fecha de instalación	Cantidad	Comunidad o sitio de instalación	Municipio	Sustrato	Material del que está hecho el Biodigestor	Dimensión en m ³	Nombre del propietario
Sep-05 *	1	Hacienda de Marquez	Irapuato	vaca, cerdo, borrego	Polietileno	11	Erasmus García Muñoz
Oct-05	1	Guadalupe de Rivera	Irapuato	cerdo	Polietileno	11	Jesún Salvador Gallaga Rivera
1ra. Instalación Dic 2005 2da. Instalación May 2009	2	Molino de Santa Ana	Irapuato	vaca, cerdo	1ra. Instalación Polietileno 2da. Instalación PVC	11	Gustavo Yebra
Ene-06	1	El Huaricho	Salamanca	chivos, becerros	Polietileno	13	Compartido 2 familias
May-06	1	Molina de Santa Ana	Irapuato	vaca, cerdo	Polietileno	11	Adan Yebra
Oct-06	1	Ojo de Agua	Irapuato	becerros	Polietileno	8	Susana Parra Lagunez (PLAMAC)
1ra. Instalación Ene 2007 2da. Instalación Oct 2008	2	El Copal	Irapuato	vaca	1ra. Instalación Polietileno 2da. instalación PVC	7	Alejandro Zimman Spruch
Ago 2006-Ene 2007	1	Arroyo de la Luna	Acambaro		Polietileno		Francisco y Ma. Dolores Pérez Azanza
Ago 2006-Ene 2007	1	Arroyo de la Luna	Acambaro		Polietileno		Ma. Teresa Guijoza Silva
Ago 2006-Ene 2007	1	Paracuaro	Acambaro, Gto		Polietileno		Felix Calderon Herrera
Ago 2006-Ene	1	Santa Clara	Acambaro,		Polietileno		Joel Chacon Espino

2007			Gto				
Ago 2006-Ene 2007	1	El Tenorio	Acambaro, Gto		Polietileno		Silvia Ruiz Figueroa
Ago 2006-Ene 2007	1	Moncloa	Acambaro, Gto		Polietileno		Amelia Pineda Vásquez
Ago 2006-Ene 2007	1	Gaytan	Acambaro, Gto		Polietileno		Cirilo Ruiz Almaras
Sep 2007-abr 2008	1	Huanimaro	Huanimaro		Polietileno		Roberto Ramirez Rios
Sep 2007-abr 2008	1	Huanimaro	Huanimaro		Polietileno		Eugenio Chavez Rios
Sep 2007-abr 2008	1	San Jose de Ayala	Huanimaro		Polietileno		Manuel Sandoval Roa
Sep 2007-abr 2008	1	Cerrito Alto	Huanimaro		Polietileno		Irma Piceno Chacón
Sep 2007-abr 2008	1	San Jose de Ayala	Huanimaro		Polietileno		J. Luis Rivera Vargas
Sep 2007-abr 2008	1	Cora	Huanimaro				Sanjuana Rivera Roa
Dic 2007-Mar 2008	5	La Purisima	La Purisima	vaca, cerdo, chiva	Polietileno	11	Alianza para el campo
Dic 2008-May 2009	1	Juventino Rosas	Juventino Rosas	vaca, chivo	PVC	26	Raynalodo Banda Escalante
TOTAL	28						

Fuente: Uribe, 2011

Los usuarios encuestados dijeron que la instalación y mantenimiento inicial no había tenido ningún costo para ellos y que durante el tiempo de uso había tenido ventajas como: ahorro de dinero, ahorro de tiempo, ahorro de consumo de leña y menores problemas respiratorios. Algunos de ellos tenían un rendimiento de 4-5 horas diarias de biogás, otros tenían menos de 4 horas, pero aun así dijeron que representaba un buen ahorro de energía y dinero porque los tanques de gas que ellos consumen tienen un costo aproximado de 300 pesos y el rendimiento depende de la frecuencia de uso, miembros por familia o uso combinado con otros sistemas de obtención de energía como la leña. Sin embargo ninguna de las familias sustituyo el uso de biogás por la leña o el gas LP.

Tabla 2
Biodigestores para investigación, desarrollo o promoción
Proyecto a cargo de la Universidad de Guanajuato

Fecha de instalación	Cantidad	Sitio de instalación	Comunidad	Sustrato	Material del que está hecho el Biodigestor	Dimensión en m ³	Nombre del propietario
Julio 2005, febrero 2007, diciembre 2009	3	División de Ciencias de la Vida de la Universidad	Irapuato	vaca	Polietileno	11	Universidad de Guanajuato
May-06	1	Modulo de riego	Valle de Santiago	vaca, cerdo	Polietileno	11	Modulo de riego
Jun-06	1	Chichimequillas	San Luis de la Paz	vaca	Polietileno	11	DIF Municipal
noviembre 2006 y 2009	2	Expo Agroalimentaria	Irapuato	vaca	Polietileno	6	EXPO Agroalimentaria
Jul-07	1	Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	Irapuato	cerdo	Polietileno	5	ITESI
Mar-08	1	Hidalgo Produce	San Felipe Teotitlán, Hidalgo	cerdo	Polietileno	11	Hidalgo Produce
TOTAL:	9	Fuente: Uribe, 2011					

Las dos familias que siguen usando los biodigestores (en azul en la Tabla 4), solo uno de ellas (Gustavo Yebra) usa solo el biodigestor (no consumen gas LP, ni leña). Tiene un rendimiento aproximado de 4 horas diarias en promedio para calentar alimentos y para calentar agua (conexión directa al boiler). En ocasiones tienen problemas para abastecer de materia prima (estiércol) porque no tienen suficientes animales, problema que han resuelto con materia prima de parientes o vecinos que tienen animales y no tienen lugares adecuados de desecho.

Tabla 3
Biodigestores en granjas o industrias
Proyecto a cargo de la Universidad de Guanajuato

Fecha de instalación	Cantidad	Sitio de instalación	Comunidad	Sustrato	Material del que está hecho el Biodigestor	Dimensión en m ³	Nombre del propietario
Jun-08	1	Rastro de aves	León	aves	Polietileno	11	Propietarios del rastro
Jul-08	1	Wyny Fabrica de zapatos	León	curtiduría	Polietileno	11	Propietarios de la fábrica
Jun a nov 2008	6 modulos	Granaja Santa Anita	León	vaca	PVC /modular	1000	CONCYTEG-BIOGEMEX
Jul a agos 2008	1	Porcicultores	La piedad, Michoacan	cerdo	PVC	10	Porcicultores
Nov 2008-May 2009	1	Granaja Juventino Rosas	Juventino Rosas	cerdo	PVC	72	Juan José Zamora Vazquez
TOTAL:	5	Fuente: Uribe 2011					

La otra familia (Reynaldo Banda Esclante) comenzó usando el biodigestor en la estufa de un negocio familiar de cajetas (es por eso que las dimensiones del biodigestor instalado en ese sitio es mucho más grande que el resto de los biodigestores domésticos que se instalaron en el mismo programa), pero no fue suficiente. En la encuesta, el usuario refiere que en la actualidad obtiene menos de tres horas de gas al día y que sigue usando gas y leña en la producción de alimentos del hogar y solo gas en el negocio familiar de cajetas.

Tabla 4
Usuarios de biodigestores a los que se les ha aplicado la encuesta de uso y permanencia

Fecha de instalación	Cantidad	Comunidad o sitio de instalación	Municipio	Sustrato	Material del que está hecho el Biodigestor	Dimensión en m ³	Nombre del propietario
Sep-05	1	Hacienda de Marquez	Irapuato	vaca, cerdo, Borrego	Polietileno	11	Erasmus García Muñoz
Oct-05	1	Guadalupe de Rivera	Irapuato	Cerdo	Polietileno	11	Jesún Salvador Gallaga Rivera
1ra. Instalación Dic 2005 2da. Instalación	2	Molino de Santa Ana	Irapuato	vaca, cerdo	1ra. Intalación Polietileno 2da.	11	Gustavo Yebra

May 2009					Intalación PVC		
May-06	1	Molina de Santa Ana	Irapuato	vaca, cerdo	Polietileno	11	Adan Yebra
Sep 2007-abr 2008	1	San Jose de Ayala	Huanimaro		Polietileno		J. Luis Rivera Vargas
Dic 2008-May 2009	1	Juventino Rosas	Juventino Rosas	vaca, chivo	PVC	26	Raynalodo Banda Escalante

Fuente: Uribe, 2011

En el informe ambiental del Instituto de Ecología de estado de Guanajuato (IEEG), elaborado en 2008, se ofrecía un diagnóstico energético estatal en el que se menciona que aún existe un importante grado de dependencia al consumo de combustibles de origen fósil para el desarrollo de las diversas actividades en los distintos sectores productivos en el estado y se agrega que “los impactos que se tendrían en un déficit de este tipo de combustibles serían de gravedad tanto en la economía como en la misma sociedad en general. De ahí la importancia de diversificar hacia las nuevas fuentes de energía en los distintos sectores productivos” (IEEG, 2009:57)⁴³. De modo que, se reconoce que es necesario un mayor impulso al uso de energías renovables como el biogás. Algunas experiencias locales al respecto nos muestran el interés de funcionarios, investigadores y actores locales en el uso y adopción de tecnologías de biogás para consumo doméstico pero aún es insuficiente como bien pudimos apreciar en los resultados de esta valoración.

⁴³ El informe completo se puede consultar en el portal del IEEG (consultado entre mayo y junio de 2011): http://ecologia.guanajuato.gob.mx/2009/archivos/file/publicaciones/informe_2008.pdf

ANEXO 3

Tecnología del biogás en el mundo y en México

El objetivo de este documento es conocer el estado de la cuestión sobre la tecnología del biogás y su implementación y uso en diversos países. Se elaboró como parte de la investigación doctoral de la Mtra. Paulina Uribe y recibió el apoyo financiero de la Red de Complejidad Ciencia y Sociedad de CONACYT en el año 2011.

Tecnología del biogás/biodigestor⁴⁴

Nuestro interés por la tecnología del biogás, también conocida como biodigestor y a la que en ocasiones se le ha identificado como una tecnología apropiada es porque es una tecnología diversa, de múltiples diseños, capaz de adaptarse a los costos y necesidades de los usuarios y es una tecnología limpia, es decir, se usa para la obtención de energías renovables como el biogás.

El biogás está compuesto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y componentes sulfúricos (H_2S) (Coelho *et al.*, 2006 en Balat y Balat, 2009). Puede ser utilizado en estufas, calentadores de agua, iluminación, combustible para motores de luz o combustible para vehículos, sistemas de enfriamiento y motores a gas para producir electricidad (Camarena, 2010; Weiland, 2010; Barnett *et al.*, 1978; IDAE, 2007; Balsam, 2006). El biogás también se puede limpiar y adaptarse a las normas de gas natural cuando se convierte en biometano. Además los lodos residuales del biodigestor o bioabonos pueden ser utilizados en el cultivo como fertilizantes orgánicos (Camarena, 2010; Balsam, 2006, EPA portal). Es un gas combustible que se genera por medio de la descomposición anaerobia con dispositivos como el biodigestor. En general, el biodigestor es un tanque (o cámara) hermético al que se le introducen desechos orgánicos, vegetales o animales, que por un procedimiento de descomposición natural y anaerobio, genera biogás.

⁴⁴ Los términos biodigestor, digestor, digestor anaerobio o reactor serán usados en este texto indiscriminadamente.

A diferencia de otras tecnologías limpias el uso de biodigestores ha cobrado importancia por el control y reutilización de residuos orgánicos, al mismo tiempo que hace posible la producción de fertilizantes para riego agrícola y la producción de biogás. El biogás no tienen limitación geográfico y la tecnología necesaria para la producción de energía no es compleja o monopólica (Taleghani y Kia, 2005 en Balat y Balat, 2009).

En el mundo, sobre todo en la Unión Europea, EUA y Asia existen importantes avances en la producción de biogás a gran escala y en la transformación de éste en electricidad, así como en la producción de biogás a escala doméstica o local. En México hay un desarrollo incipiente pero significativo. Existen algunas instalaciones de producción de biogás a gran escala que hacen posible la solución de problemas ambientales de los rellenos sanitarios de algunos estados de la República. Los biodigestores domésticos, por su parte, contribuyen a mitigar las malas condiciones de abasto de energía en comunidades rurales del estado de Guanajuato y ofrecen soluciones económicas para el manejo de residuos orgánicos a las granjas o industrias de la misma localidad que están interesadas.

a) Biogás

Biogás se refiere a un gas producto de la descomposición biológica de materia orgánica en condiciones anaerobias (IDAE, 2007). Es un biocombustible que se origina a partir de la fermentación de material biológico, biodegradable como la biomasa, el estiércol, las aguas residuales, los residuos municipales, los residuos verdes, plantas y cultivos energéticos (*energy crops*). Este tipo de gas se compone principalmente de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2).

Se considera que el biogás es una fuente de energía limpia y renovable (Balat y Balat, 2009) y es por eso que la digestión anaerobia de desechos y residuos orgánicos ha recobrado importancia debido a que ayuda a reducir las emisiones de gas a la atmosfera causantes del efecto invernadero y a la solución del abasto y el acceso de energías sustentables. Algunos investigadores consideran que este tema también tiene que ver con la seguridad energética de los países (Weiland, 2010 y Contreras, 2006) ya que es una fuente de energía renovable muy versátil porque puede ser usada para remplazar a los combustibles fósiles en la producción de energía y calor así como el suministro de gasolina para autos. Además la producción de biogás ha sido evaluada como una de las tecnologías más eficientes y ambientalmente benéficas para

la producción de bioenergía (Weilnad, 2010). Puede utilizarse en combustión directa en estufas, hornos, secadores y otros sistemas de combustión a gas (IDAE, 2007), así como en la generación de electricidad (Camarena, 2010, Barnett *et al.*, 1978).

El biogás puede obtenerse por procesos húmedos o secos. Los procesos húmedos son los más comunes y dependen del tipo de materia prima que se usa. Las materias primas ideales para la producción de biogás son aquellas que contienen carbohidratos, proteínas, grasas, celulosa y hemicelulosa como sus principales componentes; entre los que se encuentran los desechos orgánicos, excremento animal, lodos residuales y residuos de la agricultura. La producción de biogás está sujeta al tipo de materia prima, el sistema digestivo que se elija y el tiempo de retención (Braun, 2007 en Weiland, 2010). En el caso del estiércol animal, las características físicas, químicas y biológicas del desecho dependen de la dieta del animal y esto influye también en la composición del biogás (Balat y Balat, 2009).

Los principales componentes del biogás son metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y componentes sulfúricos (H_2S) (Coelho *et al.*, 2006 en Balat y Balat, 2009). El gas, por su parte, está compuesto por metano (55-65%), dióxido de carbono (35-45%), nitrógeno (0-3%), hidrógeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (0-1%) (Anunputtikul and Rodtong, 2004 en Balat y Balat, 2009). El esquema que sigue se expone gráficamente la composición del biogás.

Composición del biogás	
	Análisis típico (% por volumen)
Metano (CH_4)	55-65
Dióxido de carbono (CO_2)	35-45
Componentes sulfúricos (H_2S)	0-1
Nitrógeno (N_2)	0-3
Hidrógeno (H_2)	0-1
Oxígeno (O_2)	0-2
Amoniaco (NH_3)	0-1

Fuente: "Tabla 1. Composición del biogás" en Balat y Balat, 2009, p. 1281

El gas natural contiene aproximadamente el 90-95% de metano, el biogás, contiene cerca de 55-65% de metano. Así que el biogás es básicamente un gas natural de bajo grado que tiene un poder calorífico de aproximadamente 5.0 a 7.5 kWh/m³ (Balat y Balat, 2009). En la siguiente Tabla se precisan las propiedades de combustión del biogás.

Propiedades de combustión del biogás

Flamable (<i>ignition point</i>)	700°C
Densidad (<i>dry basis</i>)	1.2 kg/m ³
Concentración de gas (<i>Ignition concentration gas content</i>)	6–12%
Valor calorífico (<i>heat value</i>)	5.0–7.5 kWh/ m ³

Fuente: “*Tabla 2. Propiedades de combustión del biogás*” en Balat y Balat, 2009, p. 1281

El biogás es el producto gaseoso de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos. Su composición depende del sustrato digerido y su descomposición depende del tipo de tecnología utilizada (IDAE, 2007). La digestión anaerobia es un proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o biogás (CH₄, CO₂, H₂, H₂S, etc.), y en digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación (IDAE, 2007). El proceso controlado de digestión anaerobia es uno de los más idóneos para la reducción de emisiones de efecto invernadero, el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos y el mantenimiento y mejora del valor fertilizante de los productos tratados.

Los parámetros ambientales de la digestión anaerobia que se deben controlar son: pH (que debe mantenerse cercano a la neutralidad), alcalinidad, para asegurar la capacidad tampón y evitar la acidificación (alcalinidad superior a 1,5 g/l CaCO₃), potencial redox (valores recomendables inferiores a -350 mV), nutrientes (con valores que aseguren el crecimiento de los microorganismos) y tóxicos e inhibidores (concentración mínima posible) (IDAE, 2007).

Los parámetros operacionales (condiciones de trabajo de biodigestores) son: temperatura, que podrá operarse en los rangos psicrófilico (temperatura ambiente), mesófilico (temperaturas en torno a los 35°C) o termófilico (temperaturas en torno a los 55°C). Agitación: en función de la tipología de reactor debe transferirse al sistema el nivel de energía necesario para favorecer la transferencia de sustrato a cada población o agregados de bacterias, así como homogeneizar para mantener concentraciones medias bajas de inhibidores. Tiempo de retención (tiempo medio de permanencia del influente en el reactor, sometido a la

acción de los microorganismos). Y velocidad de carga orgánica (cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen y tiempo) (IDAE, 2007).

Además antes de introducir los residuos orgánicos dentro biodigestor hay que realizar una serie de operaciones de acondicionamiento para introducir el residuo lo más homogéneo posible, con las condiciones físico-químicas adecuadas, y sin elementos que puedan dañarlo. La forma de acondicionar los residuos de entrada puede ser por pre-tratamientos, reducción del tamaño de partícula, espesamiento, calentamiento, control de pH, eliminación de metales y eliminación de gérmenes patógenos (IDAE, 2007).

Para que una planta de digestión anaerobia sea rentable es imprescindible la garantía en el suministro de materia prima, tanto en tiempo como en calidad. Además, es muy importante la homogeneidad del sustrato a la entrada del reactor, para conseguir una eficiencia y rendimiento elevado de biogás (IDAE, 2007). Sin embargo, en la producción de biogás los riesgos están relacionados con que es un gas inodoro e incoloro que lo hace de difícil detección y se recomienda su uso en lugares bien ventilados, con motores a prueba de explosión. Mientras que el metano es un recurso energético muy prometedor, los componentes que se derivan de su producción son: sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono (y vapor de agua) y es por eso que el biogás producido debe ser adecuadamente tratado o “lavado” por técnicas de separación precisas para esto (Balsam, 2006).

b) Fuentes de biogás

La producción de biogás ha sido aplicada principalmente para el tratamiento de residuos de origen municipal, de la agricultura y de la industria (Hartmann and Ahring, 2005 en Balat y Balat, 2009). Las materias primas más óptimas para la digestión anaerobia de residuos municipales son los lodos de tratamiento de aguas y la basura sólida municipal o rellenos sanitarios. Las materias primas de origen agrícola son los desechos animales (estiércol), los residuos de cultivos y los residuos de cultivos dedicados a la producción de energía (*energy crops*) y, las materias primas de origen industrial son las aguas residuales, lodos o subproductos (Buekens, 2005 en Balat y Balat, 2009).

La descomposición anaerobia de residuos orgánicos municipales es una fuente de generación de biogás que está en investigación desde hace tiempo. Los vertederos de basura son grandes fuentes de producción de metano debido a las grandes cantidades de desechos

orgánicos y la alta producción microbiana de esos sitios. Es por eso que los rellenos sanitarios están considerados como una importante fuente de emisión de metano a la atmosfera. Una de las propuestas tecnológicas en este campo es recuperar el gas liberado y transformarlo, a través de motores de gas, en electricidad. Se le ha considerado como un negocio rentable y de beneficios evidentes para la mitigación de gases de efecto invernadero y porque permite la implantación de sistemas de gestión integral de residuos orgánicos por zonas geográficas, con beneficios sociales, económicos y ambientales considerables. Esta es una variante tecnológica que puede solucionar problemas o carencias de un residuo, si son compensadas por las características de otro.

Las materias primas de origen agrícola, como los desechos de cultivos y el estiércol de los animales, que se produce principalmente en las granjas de vacas y de cerdos, son materias primas que ofrecen los mecanismos necesarios para la biodegradación de la biomasa. En la Unión Europea se producen más de 1,500 millones de toneladas de excremento al año y se calcula que de esos desechos se producen 31,568 Mt³ de biogás (Nielsen *et al.*, 2007 en Balat y Balat, 200). En Estados Unidos el departamento de Agricultura (USDA, por sus siglas en inglés) estima una producción mayor a los 335 millones de toneladas de materia seca por año (materia de desecho de la agricultura y las granjas de vacas y cerdos). También se estima que de la suma de desechos municipales, industriales y de granjas se producen 1 billón de toneladas de desechos al año. Gran parte del estiércol y cantidades significativas de los residuos industriales y municipales se reintegran en la tierra de agricultura porque proporcionan nutrientes y mejoran la calidad del suelo (USDA, 2005). En México, cerca de la mitad del territorio se destina a la ganadería semiextensiva y al pastoreo (SEDUE-PNPMA 1990-1994 en González-Gaudiano, 1994) y se producen aproximadamente 61 millones de toneladas de estiércol de ganado (INEGI, 1997 en Santos 2007). Las aguas residuales de la población suelen utilizarse para riego agrícola, sin tratamiento previo, lo que se traduce en una notable disminución en el rendimiento medio de diferentes cultivos (González-Gaudiano, 1994). La gestión inadecuada de excretas y otros subproductos suponen una amenaza para el suelo, el agua, la calidad del aire y la salud humana.

El principal problema ocasionado por las excretas es la contaminación química debida a la excreción de grandes cantidades de nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo y potasio (Vanderholm, 1979; Peet-Scwering *et al.*, 1999 en Mariscal, 2007). La vía de excreción del

fósforo es principalmente fecal y del nitrógeno es vía urinaria. Además la formación de metano y dióxido de carbono son las características más sobresalientes de la descomposición de la materia orgánica. Si la descomposición se hace al aire libre los gases se liberan a la atmosfera. Ambos gases, pero principalmente el metano, se ha señalado como gas de efecto invernadero que cambian la descomposición química de la atmosfera y afectan la concentración del ozono, del radical hidroxilo y del monóxido de carbono (O'Neill, 1994, Winfield, 1995 en González y Longoria, 2005). Si la descomposición de la materia orgánica se controla y se hace de manera anaerobia a través de un biodigestor, se obtiene biogás.

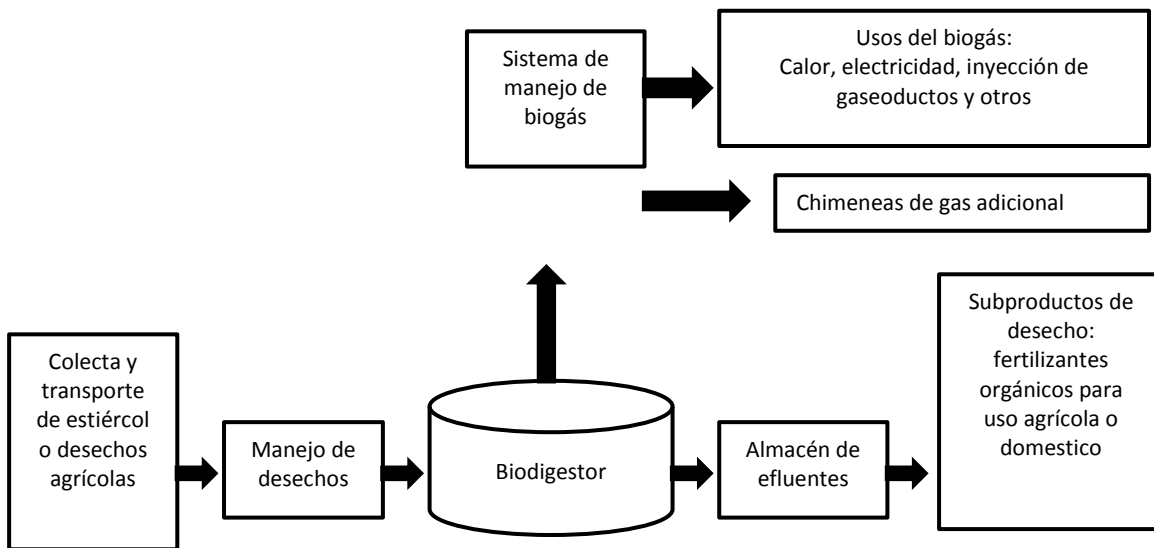
c) **Sistemas de producción de biogás: tecnología del biogás**

El sistema de producción de biogás tiene cuatro componentes: El primero es la colecta y transporte de estiércol o desechos agrícolas al biodigestor. El sistema se define en función de las capacidades de la granja, industria o planta de biogás. También se pueden adaptar sistemas que mezclen y transporten los desechos al biodigestor de forma automática. El segundo es el digestor anaerobio comúnmente en forma de lagunas o tanques que deben estar diseñados para estabilizar el estiércol o los desechos agrícolas y optimizar la producción de metano. También es necesaria alguna instalación para el almacenamiento de efluentes. El tercer componente es un sistema de manejo de biogás dónde es colectado, tratado y distribuido a un dispositivo de gas. El tercer componente es el dispositivo de gas, ya que el biogás puede ser utilizado para generar electricidad, combustible para calderas de sistemas de calefacción o agua, inyección de gaseoductos para mejorar la calidad del gas natural y una variedad de usos. Se instalan chimeneas para destruir el gas adicional o como reservas de gas de los mecanismos principales del sistema. El cuadro 1 es un esquema de los componentes del sistema de producción de biogás.

La producción de biogás es un procedimiento que puede adaptarse a la demanda a gran escala: plantas de biogás; la demanda intermedia: granjas de más de 1000 cabezas de ganado; o la escala micro: producción doméstica. El diseño y métodos de digestión anaerobia se determinan en función de la capacidad para mantener altas concentraciones de microorganismos. El reactor o biodigestor más simple es el de mezcla completa y es el más utilizado para residuos orgánicos de granjas y agricultura (IDAE, 2007).

Cuadro 1

Sistema de producción de biogás



Fuente: EPA <http://www.epa.gov/agstar/anaerobic/ad101/index.html>
Traducción y adaptación de la autora.

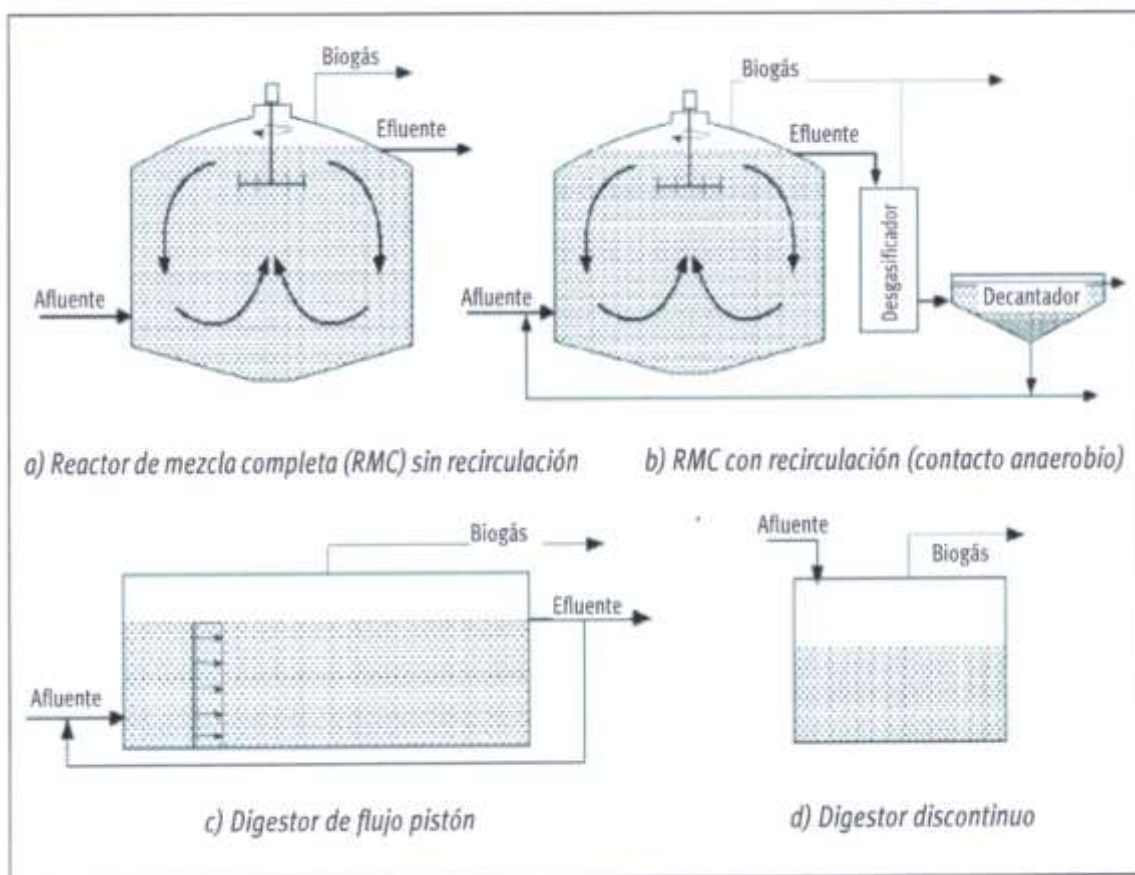
Algunos de los reactores de mezcla completa se describen en seguida y se esquematizan en el cuadro 2.

1) Reactor de mezcla completa con recirculación. Consiste en un reactor en el que se mantiene una distribución uniforme de sustrato tanto como de microorganismos a través de un sistema de agitación que puede ser mecánica (agitador de hélice o palas, de eje vertical u horizontal) o neumática (recirculación de biogás a presión), constante, pero no violenta. El tiempo de retención necesario es alto, debido a que la concentración de cualquier especie, que se mantiene en el reactor en régimen estacionario, es la misma que la que se pretende en el efluente. Si la velocidad de reacción depende de la concentración, como es el caso de los procesos biológicos, la velocidad será baja, y la forma de compensarla es aumentando el tiempo de reacción (ver cuadro 2, inciso a) (IDAE, 2007).

2) Reactor de mezcla completa sin recirculación. También se le conoce como reactor anaerobio de contacto y sería equivalente al sistema de fangos activos aerobios para el tratamiento de aguas residuales. Este tipo de reactor solo es aplicable a aguas residuales de alta carga orgánica (aguas residuales de azucareras, cerveceras, etc.) para

las que sea posible una separación de fases líquido-sólido, con la fracción sólida consistente básicamente en flóculos biológicos. Antes del decantador se debe disponer de un sistema de desgasificación, sin el cual la decantación se puede ver impedida (ver cuadro 2, inciso b) (IDAE, 2007).

Cuadro 2.
Esquema de reactores o biodigestores



Fuente: GIRO en IDAE, 2007

3) Digestor de flujo pistón/continuo. La diferencia con el reactor de mezcla completa es que retiene bacterias en el interior del reactor, lo cual también reduce el tiempo de retención (por una mayor concentración de microorganismos) (ver cuadro 2, inciso c) Los métodos de retención de biomasa son básicamente dos: a) inmovilización sobre un soporte (filtros anaerobios y lechos fluidizados); b) agregación o floculación de biomasa y su retención por gravedad (reactores de lecho de lodos). Este tipo de

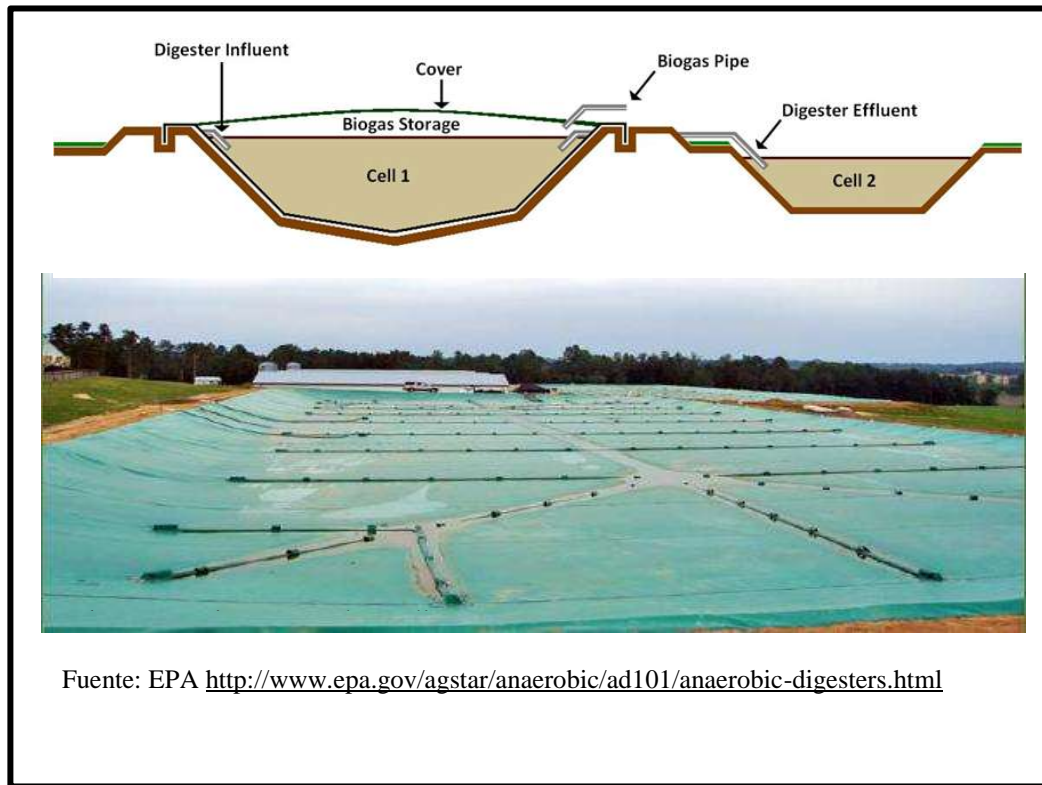
reactor ha sido aplicado a residuos municipales (en una configuración vertical y de flujo ascendente) y residuos de porcino y bovino (estas dos variantes no aparecen en el cuadro 2) (IDAE, 2007).

4) Digestor discontinuo. En un sistema discontinuo, la curva de evolución temporal de la producción de biogás sigue la misma tendencia que la curva típica de crecimiento de microorganismos (latencia, crecimiento exponencial, estacionalidad y decrecimiento). Aquí el concepto de tiempo de retención no tiene sentido y se hablaría de tiempo de digestión. Estos reactores han sido aplicados a residuos con una alta concentración de sólidos que dificultan la adopción de sistemas de bombeo, tales como residuos de ganado vacuno con lecho de paja (ver cuadro 2, inciso d) (IDAE, 2007).

Los reactores anteriores pueden ser combinados para conseguir sistemas más eficientes, según el tipo de residuo a tratar. De modo que los biodigestores más comunes para la producción de biogás a partir de estiércol son tres: los reactores de flujo continuo, los reactores de mezcla completa (en el cuadro 2) y **las lagunas cubiertas**. Ésta últimas son lagunas de estiércol selladas con una cubierta flexible y el metano que se recupera se canaliza a un dispositivo de combustión (Balsam, 2006; EPA portal). En el cuadro 3 mostramos un esquema y una foto de laguna cubierta

Cuándo los sistemas de producción de biogás están pensados a una mayor escala y la producción de biogás generalmente es transformada en electricidad que más tarde será utilizada para venta y distribución a través de centrales eléctricas, se les conoce como **plantas de biogás** (cuadro 4). Además, dos componentes cruciales de las plantas de biogás son los sistemas de tratamiento y los generadores de electricidad (cuadro 5).

Cuadro 3.
Esquema y foto de laguna cubierta



Cuadro 4.
Planta de biogás en Alemania



Planta de biogás. Lübeck, Alemania. 2007

Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Anaerobic_digestion

Cuadro 5
Sistema de tratamiento de biogás y generador de electricidad



Fuente: EPA <http://www.epa.gov/agstar/anaerobic/ad101/anaerobic-digesters.html>

En realidad la producción de biogás es un sistema adecuado para diversas situaciones y existe un sinnúmero de sistemas híbridos (Balsam, 2006). En la sección que sigue revisaremos algunos de los casos de producción de biogás a escala comercial, local y doméstica en el mundo y más adelante el caso de México y en especial el del estado de Guanajuato y la instalación de biodigestores a escala doméstica en algunas comunidades rurales del estado

Uso del biogás en el mundo: la experiencia de la Unión Europea, Asia y Estados Unidos

En la **Unión Europea** la producción de biogás tiene la ventaja de atender a dos políticas públicas, una de ellas sobre la producción de energía renovable (Directive 2009/28/CE) con la que se busca promover un consumo bruto de energías renovables de 20% para el 2020. Y la otra, que cumple con el objetivo europeo de la gestión de residuos orgánicos

(Directive 1999/31/CE de residuos sanitarios) así como la implementación de leyes que promuevan el reciclado y reúso de residuos/basura (EurObserv'ER, 2010).

La producción de biogás en el sector agrícola es un mercado en crecimiento para la Unión Europea y cada vez hay un mayor interés en otros países del mundo. En este caso estamos hablando de plantas de biogás que contribuyen al crecimiento y producción de energía en Europa en donde la energía primaria producida mediante biomasa creció un 1% y el uso de biogás se incrementó en un 21%. El biogás ofrece una alternativa viable y económica en la producción de bioenergía o fuentes de energía de combustibles no fósiles debido a que diversas fuentes pueden ser usadas (cultivos, pastos, hojas, estiércol, frutas, desechos vegetales o algas, etc.) y se puede aplicar en pequeñas y grande escalas (EurObserv'ER, 2010).

Dentro del sector agrícola, en la Unión Europea, 1.500 millones de toneladas de biomasa podrían ser digeridos anaeróbicamente cada año, y la mitad de este potencial se aplica en los cultivos energéticos (*energy crops*) (Amon *et al.*, 2001 en Weiland, 2010). En el 2007, la producción de energía por biogás en Europa alcanzaba los 6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (EurObserv'ER 2010). **Alemania** se ha convertido en el país de mayor producción de biogás en el mundo, gracias al fuerte desarrollo de las plantas de biogás en las explotaciones agrícolas. A finales de 2008, aproximadamente 4.000 unidades agrícolas de producción de biogás se operaron en las granjas alemanas (Fachverband Biogas, 2009 en Weiland 2010). Además en **Alemania y Suiza** se han creado empresas e industrias que se proponen producir biometano para la inyección y alimentación de la red de gas natural así como la creación y consolidación de negocios con Asia y Estados Unidos.

El **Reino Unido** hizo una apuesta por la obtención de biogás a través de los desechos de rellenos sanitarios⁴⁵. En el 2009, de acuerdo con el DECC (Department of Energy and Climate Change), el país produjo 1, 723,9 ktoe de los cuales 1474,4 ktoe se obtuvieron de los rellenos sanitarios. Con esta producción, los británicos, obtuvieron ventajas de los certificados verdes -ROCS (Renewable Obligation Certificate System)- que les permiten producir y abastecer de energía al país a bajos costos (EurObserv'ER, 2010).

En 2009 **Italia** fue el cuarto país productor de biogás en la UE con 444,3 ktoe. En 2008 la producción de energía primaria aumentó en un 8,4% y la producción de electricidad en un

⁴⁵ Portal sobre la producción anaerobia del Reino Unido <http://www.biogas-info.co.uk/index.php/ad-map.html>, y mapas interactivos en: <http://web.adas.co.uk/wrap/maps/wrap/> (consultados entre mayo-junio 2011)

8,8. En los próximos 5 años se espera un mayor crecimiento ya que en la actualidad cuentan con 200 instalaciones con capacidad combinada de alrededor de 200 MWe y una legislación muy proactiva y pago de tarifas adecuadas para la generación de biogás a partir de materias agrícolas (Ley No. 99, con fecha del 23 de julio de 2009) (EurObserv'ER, 2010).

Francia por su parte, no ha explotado tan ampliamente su capacidad de producción de biogás agrícola porque las tarifas no son atractivas y la legislación no es tan significativa. Por el momento las nuevas tarifas están en discusión para mejorar el apoyo a los inversionistas y, por otra parte la secretaría de agricultura de ese país ha propuesto el Plan de Eficiencia Energética (PPE) 2009-2013 en apoyo a las inversiones agrícolas de metano y una tarifa especial a la producción de biogás (EurObserv'ER, 2010).

La Asociación **Española** de Biogas (AEBIG)⁴⁶ fue fundada el 20 de enero de 2009. Los miembros de AEBIG son empresas, personas e instituciones activas en el sector del biogás agroindustrial en el ámbito nacional. AEBIG representa y defiende el biogas agroindustrial como fuente renovable, mejora ambiental y apoyo al desarrollo rural, estableciendo una plataforma de comunicación y colaboración entre los actores del sector a nivel internacional. La AEBIG cuenta con un potencial de generación de energía eléctrica de todos los residuos agrícolas 5,2 millones de MW/h y ganaderos disponibles. Las propuestas y tareas de la AEBIG tiene que ver con el establecimiento y regulación de tarifas de biogás, administración pública y conexión a la red eléctrica (AEBIG portal).

Por su parte en **Estados Unidos**, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) puso en marcha el programa AgSTAR con el fin de reducir las emisiones de metano provenientes del manejo agrícola y ganadero del país mediante el uso de sistemas de recuperación de biogás. El programa AgSTAR que comenzó desde 1994 se ha consolidado y avanzado con éxito y ahora en el país se cuenta con más de 150 sistemas de digestión anaerobia. Solo en el 2009 se generaron 374,000 MWh equivalentes de energía. Los factores que han asegurado el avance del proyecto AgSTAR, como ellos mismos lo señalan en su portal, tienen que ver con el aumento de la fiabilidad técnica, la creciente preocupación de los propietarios de las granjas por la calidad del medio ambiente, un número creciente de programas estatales y federales diseñados para compartir o subsidiar algunos de los costos del desarrollo de sistemas, el aumento en los costos de la energía, el deseo de una mayor

⁴⁶ Portal de la Asociación Española de Biogás: <http://www.aebig.org/> (consultado entre mayo y junio de 2011)

seguridad energética y la aparición de nuevas políticas estatales de energía (como la Net Metering legislation)⁴⁷, diseñadas para expandir el crecimiento de la energía renovable. Los incentivos financieros han aumentado la tasa de implementación de los sistemas de digestión del estiércol. Desde 2003, el departamento de Desarrollo Rural del USDA ha otorgado más de \$ 37 millones de dólares para los sistemas de digestión anaerobia. (EPA, portal).

En **China**, el uso de biogás como fuente de energía se ha promovido desde 1980. En la década de los 90 la estrategia del gobierno Chino se extendió a comunidades rurales. En el 2000 el Ministerio de Agricultura Chino, con una política sobre Ecología Nacional (Ecological Homeland) y un plan para enriquecer a la gente (Plan to Enrich People) se crea un planta de biogás con otras transformaciones para mejorar las condiciones locales como cría de cerdos, construcción de baños y cocinas, invernaderos con calefacción solar, huertos y cisternas. Las inversiones en la planta de gas dependieron de las condiciones internas de cada región involucrada en el proyecto (van Nes, 2006).

De acuerdo con Wang Juichen, el director de energía de la división de ecología del departamento de educación y ciencia del ministerio chino de agricultura de **China**, desde el 2004, existen más de 15 millones de hogares en China que utilizan biogás. El Ministerio tiene como objetivo aumentar este número a 27 millones en 2010, que representan más del 10% de los hogares rurales de ese país. A finales del 2005 se habían instalado 2,492 biodigestores, de grande y mediana escala, en granjas de ganado y aves de corral, mientras que 137 mil tanques de biogás se habían construido para la depuración de aguas residuales domésticas. A finales del 2004, en la provincia de Sichuan, se habían construido 2.58 millones de biodigestores domésticos y para el 2010 el número de biodigestores había incrementado a 5 millones. El precio del sistema tiene un costo aproximado de 1,200-1,500 yuanes (120-150 euros: 2,000-3,000 pesos mexicanos) y recibe un subsidio del gobierno chino que va de los 80 a los 100 yuanes (80-00 euros: 1300-1600 pesos mexicanos). Con el fin de incrementar y fortalecer el avance de este tipo de proyectos, en 2005 se propuso una nueva ley de energía de la republica popular china que entró en vigor en enero del 2006. Esta ley establece cinco sistemas para apoyar el desarrollo de recursos no renovables: fomento y protección, explotación y

⁴⁷ “Net Metering Legislation” Legislación de medición neta es un incentivo a la energía renovable basada en el consumidor.

planificación, apoyo técnico e industrial, subsidios de los costos y estímulos o incentivos financieros (van Nes, 2006).

En el oeste de **Guangxi** donde la madera para combustible es escasa y no hay luz eléctrica, se puso en marcha un proyecto para mejorar y sostener los medios de subsistencia, así como conservar los recursos naturales de la población rural y pobre de esa región. El proyecto comenzó en el año 2002 -fue financiado por la FIDA⁴⁸- y para el año de 2006 el proyecto ya había superado su objetivo de ofrecer más de 22,600 tanques de biogás y ayudar a 30,000 mil hogares en más de 3,100 aldeas. Como resultado se pudieron recuperar 7,470 hectáreas de bosque, se mejoraron los tiempos y eficiencia de producción de té de 400 kg a 2,500 kg al día y se mejoró el ingreso de las familias (FIDA portal).

En **Vietnam**, el programa de biogás, puesto en marcha desde el 2003 por el ministerio vietnamita de agricultura y desarrollo rural y SNV⁴⁹ ha contribuido a la construcción de más de 100,000 mil plantas de biogás en 44 de 64 provincias. El programa ha beneficiado directamente a 500,000 mil personas en las zonas rurales para hacer frente a las prácticas de cocina y subproductos animales no tratados. A finales del 2011 el programa de biogás tiene como objetivo haber construido 164 mil plantas de biogás llegando a 800,000 mil personas. Los hogares que hacen uso del biogás ven reducciones del 65% en los costos de consumo de energía (SNV portal).

Por último para el caso de la **India**, un país con una amplia experiencia en la producción de biogás. Cada año, el Departamento de energía nueva y renovable⁵⁰ elabora un reporte de actividades. En el reporte anual del años 2009 se señala que en la India, desde 1981-82, se implementó el Programa Nacional de Manejo de Estiércol y Biogás (National Biogas and Manure Management Program NBMMP) con el propósito de promover plantas de biogás a partir de estiércol y otros residuos orgánicos. Este programa se dirige principalmente

⁴⁸ Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola-FIDA. Es un organismo especializado de las Naciones Unidas. Fue establecido como una institución financiera internacional en 1977 como uno de los principales resultados de la Conferencia Mundial sobre la Alimentación 1974. Su sitio web es: <http://www.ifad.org/governance/index.htm> (consultado entre mayo y junio de 2011)

⁴⁹ SNV: Netherlands Development Organisation. Es una organización internacional sin fines de lucro, establecida en los Países Bajos que, desde hace más de 40 años opera en 36 países de África, Asia, América Latina y los Balcanes con proyectos de desarrollo. Su sitio web es <http://www.snvworld.org/en/Pages/default.aspx> (consultado entre mayo y junio de 2011)

⁵⁰ Portal del Departamento de energía nueva y renovable del gobierno de la India http://www.mnre.gov.in/annualreport/2009-10EN/Chapter%204/chapter%204_1.htm (consultado entre mayo y junio de 2011)

a la creación de biodigestores domésticos que satisfacen las necesidades de energía de las poblaciones en zonas rurales. La disponibilidad de energía mitiga el excesivo trabajo doméstico de las mujeres, reduce la presión de tala de los bosques y acentúa diversos beneficios sociales. Como parte del programa se ofrece una asistencia financiera y el subsidio por 5 años en los gastos de mantenimiento y capacitación a los usuarios. La versión revisada de este proyecto incluye planes para mejorar el alcance de las plantas de biogás, mejorar la licitación en la investigación y desarrollo de la instalación de plantas de biogás a gran escala y la aplicación de biofertilizantes en redes institucionales entre empresas, bancos y organizaciones no gubernamentales. La red institucional ha sido fundamental para poner en marcha y sostener el funcionamiento de este tipo de proyectos en la India. Incluye a los gobiernos y agencias estatales nodales así como las cámaras de comercio o industriales de las ciudades o municipios involucrados y se sigue un modelo en red entre multi-agencias y multi-modelos. Con el fin de proporcionar capacitación y apoyo técnico a los usuarios se crearon 12 estaciones de biogás prototipo para investigación y desarrollo en universidades, el Instituto Indio de tecnología y otros institutos técnicos (Annual report, 2009).

En el 2005, con el fin de promover la generación de energía eléctrica de biogás, especialmente en el rango de baja capacidad con base en la disponibilidad de desechos animales, de silvicultura, industrias rurales procesadoras de alimentos y residuos de concina, se promovió el programa denominado: Distribución de biogás y generación de electricidad (Biogas based Distributed/Grid Power Generation Program, BGPG). Entre los años 2008 y 2009, como parte de las políticas de investigación y desarrollo tecnológico del país, se dio apoyo al programa denominado: Demostración del paquete tecnológico integrado sobre purificación y envasado de biogás (Demonstration of Integrated Technology Package on Biogas Generation Purification and Bottling), para lo cual se instalaron plantas de distribución por tubería de biogás, estaciones fijas y móviles, refrigeración y enfriamiento y un subsidio del 50% de gastos de operación para un número limitado de proyectos a prueba (Annual report, 2009)

A la fecha, en el reporte anual del año 2009 se señala que se han instalado 4.12 millones de biodigestores domésticos y, solo en el año 2008 se instalaron 108,529 biodigestores más (estiman que esta producción generó alrededor de 3.040.000 días-persona de empleo para trabajadores calificados y no calificados en las zonas rurales durante el año), lo

que resulta en un ahorro anual estimado en 2.76 Lakh⁵¹ toneladas equivalente de combustible de madera, la producción de alrededor de 104,76 lakh kg de urea o equivalente y 19.44 lakh toneladas de abono orgánico por año⁵². En el año 2009, se han seleccionado 8 proyectos más a desarrollar en los estados de Bihar, Chhattisgarh, Gujarat, Haryana, Karnataka, Maharashtra y Punjab (Annual report, 2009).

Uso del biogás en México

Desde 1997, México ha realizado diversos estudios relativos a tecnologías de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) con el propósito de analizar su potencial de mitigación y sus costos en los principales sectores en el país: energético, forestal, transporte y agrícola. En el sector energético, el análisis de las tecnologías de mitigación de GEI se centró en el incremento de la eficiencia energética, la sustitución de combustibles y la implantación de estándares y normas para reducir el consumo de energía. En el sector forestal, los estudios se enfocaron al manejo forestal, la reforestación y la promoción de las opciones agroforestales. Los estudios en el sector energético son sobre plantas generadoras de ciclo combinado, generación de electricidad por medio de viento y bombeo de agua potable. Para el sector industrial son sobre motores eléctricos, co-generación industrial, calderas industriales, calderas de lecho fluidizado, bombas de calor. En el sector residencial y comercial se enfocan a la iluminación eficiente, sector forestal, manejo forestal. En el sector agrario al manejo de biogás. En el sector transporte es sobre vehículos eléctricos en el área metropolitana de la Ciudad de México, transporte público en el área metropolitana de la Ciudad de México y la distribución de mercancías/operación logística en el área metropolitana de la Ciudad de México (INE, portal)⁵³.

En México se han desarrollado diversas tecnologías para el aprovechamiento de la residuos orgánicos como fuente de energía, entre los principales productos que se han investigado y en algunos de los casos ya se encuentran en operación, son los siguientes:

⁵¹ Sistema tradicional de medida Indú: Lank (unidad de 100.000).

⁵² Para más información sobre otros programas de la India se recomienda el portal del Departamento de energía nueva y renovable del gobierno de la India: <http://www.mnre.gov.in/>

⁵³ Información del Instituto Nacional de Ecología (INE): <http://www.ine.gob.mx/cpcc-lineas/599-cpcc-tecno-mitigacion> (consultado entre mayo y junio de 2011)

bagazo de caña de azúcar, residuos orgánicos, vinaza (desechos de la destilación del alcohol), desechos de frutas y verduras, basura producida en áreas urbanas, cáscara de café, rastrojo de maíz y sorgo, estiércoles, lodos orgánicos, lirio acuático.

La actividad de la crianza porcina representa actualmente un aspecto crítico de deterioro ambiental y sanitario en las regiones donde se practica, debido a la agresividad de sus desechos, al escaso o nulo tratamiento que reciben y a la inadecuada disposición final de los mismos. Se han realizado y se realizan grandes esfuerzos por resolver este problema. La producción de ganado porcino se desarrolla, preponderantemente, en los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Sonora y Veracruz; observándose un crecimiento constante en la producción. En forma específica, el corredor comprendido entre las poblaciones de Abasolo, Guanajuato y La Piedad, Michoacán se ha caracterizado por ser el lugar de mayor relevancia, a nivel nacional, en la generación de contaminantes por esta actividad (González-Gaudiano, 1994)

En el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), en el año de 1981 se desarrollaron cinco líneas de investigación utilizando diversos productos orgánicos para la producción de biogás, mediante la utilización de biodigestores. Se instaló un biodigestor prototipo para investigación (medidas: 0,2m³) el gas obtenido, se utilizó en estufas domésticas de 2 quemadores, lámparas, refrigeradores de absorción, motores generadores de 700 W y motores generadores de 16 kW. Los desechos sólidos (lodos) del digestor, se evaluaron para ser utilizados como fertilizantes, se compararon con fertilizantes químicos y estiércol fresco en plantaciones de maíz y de lechugas en el Estado de Morelos y el resto de las investigaciones para hacer más eficiente el uso de los digestores en la producción de abonos se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa, en la Ciudad de México. Por otro lado, se instalaron biodigestores comunitarios y domésticos con capacidades de 3, 20, 30, y 40 m³ en diversas comunidades en el país. La tecnología desarrollada en el IIE, se encuentra a disponibilidad de los usuarios, para que a través de convenios de colaboración y con apoyos financieros, se implementen y se lleven a cabo programas y acciones en áreas rurales y urbanas, para incrementar el uso de los residuos orgánicos en la producción de energía, así como para la producción de abonos orgánicos y por otro lado, al mismo tiempo contribuir a

mejorar el medio ambiente y evitar impactos ambientales por contaminación de desechos orgánicos (Memoria FAO, 1996)⁵⁴

En 1995, en el IIE se hicieron los estudios para estimar el potencial energético del relleno sanitario de Prados de la Montaña, ubicado en Santa Fe en el Distrito Federal; y posteriormente, se hizo lo mismo con el del relleno sanitario de Chiltepeque, en Puebla. A partir del año 2000 se inició una acción concertada con la Secretaría de Energía (SENER) para impulsar el desarrollo de esta tecnología y difundir su aplicación en todo el país, al tiempo que se identifican las barreras que típicamente impiden este desarrollo y se proponen estrategias para removerlas. La información recabada indica que en general podría tratarse de plantas de generación relativamente pequeñas (de 20 MW o menos cada una), muy adecuadas para el autoabastecimiento eléctrico municipal o la pequeña generación. Las acciones concertadas con la SENER persiguen los siguientes objetivos:

- Promover la instalación y operación de una planta demostrativa con capacidad para generar al menos 1 MW de electricidad con el biogás de un relleno sanitario municipal.
- Identificar las barreras que han impedido el uso de esta tecnología en nuestro país y proponer acciones para removerlas.
- Difundir los resultados del proyecto, a fin de que la experiencia pueda multiplicarse (Boletín IIE, 2003)⁵⁵

Sin embargo los proyectos arriba mencionados no contaban con una legislación energética adecuada, ya que hasta finales de los años noventa, los hidrocarburos mantuvieron la mayor parte de la oferta interna bruta de energía primaria para el país y la contribución de las energías renovables fue marginal. Sin embargo, para el periodo 2005-2014, la Secretaría de energía (SENER) espera incrementos importantes, impulsados conjuntamente con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la SENER, en materia de hidroelectricidad (2,254 MW), eoloelectricidad (592 MW) y geotermia (125 MW)) (SENER, 2006).

Del mismo modo, el apoyo de organismos internacionales en materia técnica y operacional en el uso de energías renovables, y la legislación e incentivos financieros ha sido

⁵⁴ Informe sobre México en la memoria de la reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. FAO. Serie Forestal No.7. Santiago de Chile 1996.

<http://www.fao.org/docrep/T2363s/t2363s00.htm#Contents> (consultado entre mayo y junio de 2011)

⁵⁵ El Boletín completo se puede consultar en: <http://www.iie.org.mx/boletin042003/apli.pdf> (consultado entre mayo y junio de 2011)

fundamental para considerar a las energías renovables como fundamentales para el futuro y la seguridad energética del país. Al respecto la SENER señala que:

“El Programa Sectorial de Energía 2001-2006 (PSE) establece que para el 2006 se habrán incorporado por lo menos 1,000 MW adicionales a la capacidad instalada de generación de electricidad, a partir de fuentes renovables de energía (excluyendo las grandes hidroeléctricas programadas por el Gobierno Federal a través de la Comisión Federal de Electricidad). Para lo anterior propone establecer las acciones necesarias para que, tanto el sector público, como el privado, puedan participar en nuevos proyectos con energías renovables, que incluyan a las tecnologías solar, eólica, geotérmica, minihidráulica, de biomasa y biogás, entre otras. Asimismo, en este Programa se establecen los principios rectores de la *Política Energética: Soberanía energética, Seguridad de abasto, Compromiso social, Modernización del sector, Mayor participación privada, Orientación al desarrollo sustentable y Compromiso con las generaciones futuras*, por lo que, bajo este contexto, las fuentes de energía que se renuevan constantemente, juegan un papel primordial. Para lograr la meta propuesta del PSE se requerirá, además de una mayor participación del sector privado y del apoyo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), hacer uso de los diferentes mecanismos de financiamiento, tales como los desarrollados por el Gobierno Federal conjuntamente con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), el Banco Mundial (BM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), tan necesarios para el desarrollo y aprovechamiento oportuno de estos recursos en el país” (SENER, 2006:15).

Por otra parte, los acuerdos internacionales como el Protocolo de Kyoto (1997) han sido detonantes de estas reformas energéticas que, entre otras cosas, se proponen frenar el cambio climático y han generado una serie de reformas que promueven el uso y producción de biogás con modelos mixtos de investigación y desarrollo entre centros de investigación, gobiernos locales, empresas, organismos internacionales y organizaciones locales. Además existe el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos que establece como objetivo principal contribuir al desarrollo sustentable de México a través de una política ambiental de residuos. Uno de esos casos es la planta de manejo de desechos sólidos en Monterrey.

El Gobierno de México lleva a cabo, con ayuda del Banco Mundial, un programa para solucionar algunas de las causas del manejo inadecuado de desechos sólidos en esa región. Mediante el fortalecimiento de las regulaciones y las instituciones federales y locales, el programa contribuye a establecer mejores procedimientos e incentivos para el manejo de los desechos sólidos. El programa también contribuye a establecer un plan integral de reciclaje. Como complemento de este programa, el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, por sus

siglas en inglés), financia el diseño y operación de un proyecto piloto de captura y uso de biogás en un basurero de la ciudad de Monterrey. Entre sus resultados inmediatos está la reducción de emisiones de gas de efecto invernadero. La planta comenzó a operar en septiembre de 2003 y desde entonces su funcionamiento ha superado los parámetros de desempeño fijados originalmente. En su operación se han destruido cerca de 600,000 toneladas de dióxido de carbono (hasta el 30 de marzo de 2006) y se han generado 150 mil gigawatts. La estrategia de replicación ha permitido la apertura de tres sitios nuevos, apoyados con financiamiento respaldado por el Protocolo de Kyoto.

Existen otros proyectos similares que aún no están en marcha o están en fases iniciales. Uno de ellos es el del municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo. El relleno sanitario está cerrado desde el 2005 y se espera que a partir del 2011 y en los próximos 16 años pueda generar 1.8 megawatts de energía eléctrica⁵⁶. Otro proyecto de generación de biogás está proyectado en el relleno de San Nicolás en Aguascalientes, será una planta generadora de biogás operada por el municipio ya que éste tienen uno de los mejores sistemas de manejo integral de residuos⁵⁷. Uno más, es la planta de biogás en el poblado de Pino Suárez en Durango⁵⁸, así como los programas de apoyo a la investigación y desarrollo en tecnologías de biogás y minicentrales eléctricas a partir de biogás que son promovidos por Financiera Rural y la Organización de las Naciones Unidas⁵⁹.

En México han empezado a aparecer grupos de investigación que trabajan en la producción biológica de hidrógeno. El hidrógeno está considerado por muchos especialistas como el combustible del futuro, porque su combustión no produce gases de efecto invernadero. Es un área nueva de la biotecnología que utiliza fuentes renovables como la materia orgánica proveniente de residuos orgánicos, municipales, industriales, agropecuarios y forestales para obtener hidrógeno. Es lo que se conoce como producción de hidrógeno por medio de la fermentación oscura y la foto-fermentación. Ayudando además a encontrar

⁵⁶ Nota de prensa (consultado entre mayo y junio de 2011)

http://sintesis.cemda.org.mx/artman2/publish/Energia/Isla_Mujeres_producir_biog_s.php

⁵⁷ Notas de prensa (consultado entre mayo y junio de 2011)

<http://www.iclei.org.mx/web/index.php/noticias/Aguascalientes-Cumple-En-Materia-Ambiental>

<http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2009/05/01/mexico-invertira-en-biogas/>

⁵⁸ Nota en: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/290099.inicia-operaciones-la-planta-de-biogas.html> (consultado entre mayo y junio de 2011)

⁵⁹ Notas de prensa sobre el programa de Financiera Rural y la Organización de las Naciones Unidas convocan al desarrollo de tecnologías de biogás <http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/85294.html> y minicentrales eléctricas a partir de biogás <http://impreso.milenio.com/node/8931469> (consultado entre mayo y junio de 2011).

soluciones a la disposición final de la basura orgánica. Uno de esos grupos es el de Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas encabezado por la Dra. Moreno, en la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Otro grupo es el del Dr. Héctor M. Poggi Varaldo del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-IPN y recientemente el grupo de investigación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala ha comenzado esta línea de producción biológica de hidrógeno. Este último grupo se propuso producir biogás por digestión anaerobia empleando como sustrato los residuos de frutas y verduras generados en la Cd. de Apizaco, Tlaxcala.

Por su parte los investigadores del Departamento de Biotecnología del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN⁶⁰, desarrollaron un proceso de biorrefinería en donde los desechos orgánicos se transforman en hidrógeno, metano y otros productos que se pueden utilizar en diversas industrias. Además de eso, los residuos que sobran pueden ser utilizados como composta o fertilizante. Con la refinería sería posible aprovechar gran parte de las 102 mil toneladas de basura que se producen al día en México de las cuáles 60% de ellas son desechos orgánicos. Una tonelada de basura puede generar entre 25 y 50 kilovatio/horas de hidrógeno; de 600 a 700 kilovatio/horas de metano; de 10 a 50 kilos de preparado enzimático de uso industrial y 400 kilos de composta (CINVESTAV, nota de divulgación)⁶¹.

En general, podemos decir que la producción de biogás en México es incipiente pero significativa porque está respaldada por nuevas leyes de uso de energías renovables, reformas y apertura comercial y de investigación al respecto. Sobre el uso de biogás en México en menor escala revisamos los casos más significativos del estado de Guanajuato y ese documento se puede consultar en el anexo anterior.

⁶⁰ Los investigadores son el Dr. Héctor M. Poggi-Varaldo (consultado entre mayo y junio de 2011) <http://www.biotecnologia.cinvestav.mx/PersonalAcad%C3%A9mico/DrH%C3%A9ctorMarioPoggiVaraldo.aspx> y el Dr. Carlos Escamilla-Alvarado. Foro online con los investigadores: <http://foros.eluniversal.com.mx/entrevistas/detalles/19993.html>

⁶¹ http://www.cinvestav.mx/Difusi%C3%B3n/Cinvestavenlaprensa/Noticias/Transformarlabasuraencombustible.aspx?SkinSrc=%5BG%5DSkins/_default/imprimir_interna&ContainerSrc=%5BG%5DContainers/_default/No%20Container (consultado entre mayo y junio de 2011)

ANEXO 4

Calendario del trabajo de campo en: la Sierra de Pénjamo, la Universidad de Guanajuato. Entrevistas y documentación de proyectos y actores locales relacionados con transferencia de biodigestores y otras ecotencologías

Trabajo de campo en la Sierra de Pénjamo entre agosto 2010 y mayo 2011⁶²

El trabajo de campo en la Sierra de Pénjamo se realizó entre septiembre de 2010 hasta mayo de 2011 (8 meses). En ese tiempo se realizaron ocho observaciones de campo y sus respectivos diarios de campo, cada uno de estos diarios ha sido utilizado como una fuente de información para el análisis de los casos. Todas las visitas de campo que realizamos fueron sobre acuerdo con los miembros de la AC CCSP, con los criterios que ellos determinaron y siguiendo los objetivos que ya tenían planeados dentro de su programa general de intervención en la Sierra de Pénjamo. Nunca realizamos una visita a la Sierra por nuestra propia cuenta. La ventaja que esto no dio es que los actores de las comunidades se mostraron siempre abiertos a participar con nosotros, la desventaja es que el tiempo de visitas y el periodo de duración del trabajo de campo tuvo que sujetarse a lo que la AC CCSP accedió. Los objetivos de las visitas, así como las fechas y duración de las mismas eran determinadas por los miembros de la AC CCPS. El calendario que ellos seguían dependía en gran medida de la asignación de recursos de SEDESOL o del manejo que ellos hacían de los recursos que tenían ya en operación.

Calendario visitas de campo⁶³	
25 de septiembre de 2010	Primera visita e instalación de un biodigestor
02 de octubre de 2010	Instalación 2 biodigestores. Visita El Zarco para documentar

⁶² El trabajo de campo se realizó con un apoyo otorgado por la Red de complejidad, ciencia y sociedad CONACYT a cargo del Dr. Daniel Villavicencio.

⁶³ Nuestro calendario de visitas de campo estaba sujeto a las invitaciones que los miembros de la AC CCSP nos hicieran o a las peticiones que respondían. No hicimos ni una visita de campo sin ellos.

	biodigestor en funcionamiento
30 de octubre de 2010	Se entregó pero no se instaló el biodigestor de RH.
6 de noviembre de 2010	Continuación de instalación de 3 biodigestores :M, R, M
19 de noviembre de 2010	Inspección de SEDESOL, asamblea general, informes baños secos. Biodigestores M,R y M
19 de febrero de 2011	Asamblea informes cultivos biointensivos. Continuación baños secos de M. Biodigestor y baño de S., Cultivos de Mo, L, JC y entrega de semillas.
12 de marzo 2011	Asamblea en la escuela y cultivos biointensivos
14 de mayo de 2011	Encuesta y valoración de varias familias

A través de estas observaciones logramos dos objetivos: por una parte establecimos un vínculo de trabajo y de respeto con las personas que trabajan en la AC CCSP quienes, a su vez, nos llevaron a conocer la Sierra de Pénjamo. Por otra parte, como son observaciones de primera mano, nos permitieron identificar varios elementos fundamentales para conocer y entender el contexto de las familias usuarias de las ecotecnologías. Hicimos también una memoria o documentación fotográfica de cada visita.

Durante las visitas de campo también se realizaron 32 entrevistas a los usuarios, muchas de las entrevistas fueron a manera de conversaciones informales pero dirigidas al tema de interés. Algunas se grabaron en audio, pero cuándo en los casos en los que no fue posible, se hicieron notas especiales de esa entrevista en los diarios de campo. También realizamos 3 entrevistas a los miembros de las AC CCSP⁶⁴ para conocer más sobre su trayectoria en la organización y su visión general del proyecto. Como no autorizaron la grabación realizamos notas de campo.

También elaboramos y aplicamos una encuesta a 14 familias de Pénjamo. Con los datos de la encuesta obtuvimos información demográfica de las familias, datos generales de las condiciones de las viviendas, datos sobre los tiempos y los costos de la instalación del biodigestor, datos sobre el manejo, frecuencia de uso, reparaciones, adaptaciones del biodigestor, uso de otras ecotecnologías, percepciones sobre las ventajas o desventajas del biodigestor y datos sobre la experiencia de uso.

⁶⁴ Entrevistados: Ing. Eduardo Vargas: Director de la AC Cuerpos de Conservación de la Sierra de Pénjamo
Carmen Guerrero: miembro de la AC. Técnico: Juanjo Puerta.

Trabajo de campo en la Universidad de Guanajuato y sus principales actores

Elegir el caso de la Sierra de Pénjamo y la AC CCSP no fue azaroso, requirió de un trabajo previo de indagación, investigación y conocimiento de proyectos y actores locales del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Guanajuato (CONCYTEG) y el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato, porque algunos de los profesores de ese campus pertenecían a la red de energías sustentables de CONCYTEG y había ya realizado proyectos de transferencia de biodigestores a comunidades rurales del estado de Guanajuato⁶⁵.

Realizamos una observación en el Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad de Guanajuato con el objetivo de conocer el biodigestor modelo (prototipo) con el que ellos trabajan. Durante esta visita también hicimos una entrevista al Ing. Vicente Álvarez. Previo a esta visita habíamos hecho una entrevista al Dr. Ernesto Camarena director del proyecto de investigación de biodigestores del ICA.

El Ing. Álvarez fue la persona por medio de la cual contactamos a la AC CCSP y a otros usuarios como el Sr. Alejandro de la comunidad de El Copal, quien es un usuario de un biodigestor elaborado e instalado por personal del ICA. Hicimos una visita a su casa y una observación de campo en la que no pudimos hacer documentación fotográfica ni audio. El Sr. Alejandro usa el biogás para consumo doméstico y también en la producción de lombricomposta: fertilizante orgánico que obtiene de los lodos-efluentes del mismo biodigestor.

Una observación de campo de reunión de coordinación de 3 municipios (San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo y San José Iturbide) con la Universidad de Gto. (Dr. Camarena y el Ing. Vicente Álvarez) y el Concyteg (Ing. Fernando Esparza). La reunión tenía por objetivo llegar a un acuerdo intermunicipal para instalar un biodigestor regional. Se llevó a cabo en la Hacienda El Copal. Auditorio del ICA. 29 de septiembre de 2010. El objetivo de esta observación era conocer cuáles son los aspectos políticos que se debaten en el uso de ecotecnologías a nivel regional. La reunión no propició ningún tipo de acuerdo y en ella fue muy evidente los diferentes niveles de entendimiento del problema y del compromiso de los

⁶⁵ El objetivo y resultados de ese proyecto particular se puede consultar en el anexo 2 de este documento.

funcionarios públicos. No se elaboró ni un plan de trabajo, ni sesiones de seguimiento. No hubo disposición política para llegar a un acuerdo.

Entrevistas a actores o funcionarios públicos locales, articuladores de proyectos sociales o expertos en el tema de energía.

- Ing. Victor Hugo Rangel. Departamento de Ingeniería Mecánica. UG. Entrevista realizada en la feria Tecnológica del Congreso de Competitividad SINNCO, 2010. 26 de agosto de 2010. Celaya, Gto. Ha sido colega y colaborador del Dr. Camarena.
- Dr. Ernesto Camarena. Investigador de la universidad de Guanajuato a cargo del proyecto que instaló biodigestores Industriales y domésticos. 3 de septiembre 2010. En el ICA.
- Ing. Vicente Álvarez. Asistente del Dr. Camarena. 25 de octubre de 2010 en el ICA.
- Dra. Ernestina Torres. Fue la presidenta de la Asociación Nacional de Energía Solar y la Directora de Vinculación del Concyteg en el periodo de octubre de 2003 a enero de 2010. Nos citó en dos ocasiones pero no tuvo oportunidad de darnos la entrevista.
- Ing. Fernando Esparza Encargado del Sistema de Información Energética de Guanajuato (SIEG) del Concyteg. 15 de noviembre de 2010
- Dra. Flory A. Dieck. Profesora en la División de Administración y Finanzas del TEC de Monterrey, campus Monterrey. Se le envió un cuestionario sobre la agenda energética para México, que contestó el 29 de noviembre de 2010.
- Dra. Juana Torres de la UIA. Directora del departamento de Ciencias. Participó en un proyecto de uso de biodigestor en la UIA. 23 de noviembre 2010.

Asistencia a conferencias y congresos relacionados al tema de la tecnología y la innovación en el Estado de Guanajuato:

- V Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad 2010. CONCYTEG, Celaya, Gto. 25-27 de agosto de 2010. Notas y observaciones en transcripción. Además establecimos un contacto con la coordinación de la maestría en Gestión Tecnológica de la universidad de Querétaro. En un proyecto sobre energías

renovables con posibilidades de hacer una red local de intercambio de información en el tema.

- Conferencia del Dr. Pedro Luis López. Director del Concyteg en la UIA-León. “Redes de innovación del CONCYTEG”. 31 de agosto 2010.

- Participación en el Seminario de 40 horas “Innovación, conocimiento y tecnología. Empresas y regiones”. UIA- León, julio de 2010

- Participación en la Red Temática “Complejidad, ciencia y sociedad” del CONACYT (desde junio de 2010) con la elaboración de un documento sobre el estado del arte del uso de ecotecnologías, en especial de los biodigestores, del estado de Guanajuato.